

WALDBAU
AUF ÖKOLOGISCHER GRUNDLAGE
VON
ALFRED DENGLER



WALDBAU

AUF ÖKOLOGISCHER GRUNDLAGE

EIN LEHR- UND HANDBUCH

VON

DR. ALFRED DENGLER

O. PROFESSOR DER FORSTWISSENSCHAFT AN DER
FORSTLICHEN HOCHSCHULE EBERSWALDE

MIT 247 ABBILDUNGEN IM TEXT
UND 2 FARBIGEN TAFELN



SPRINGER-VERLAG BERLIN HEIDELBERG GMBH 1930

Additional material to this book can be downloaded from <http://extras.springer.com>

ISBN 978-3-662-35401-8 ISBN 978-3-662-36229-7 (eBook)
DOI 10.1007/978-3-662-36229-7

ALLE RECHTE, INSBESONDERE DAS DER ÜBERSETZUNG
IN FREMDE SPRACHEN, VORBEHALTEN.
COPYRIGHT 1930 BY SPRINGER-VERLAG BERLIN HEIDELBERG
URSPRÜNGLICH ERSCHIENEN BEI JULIUS SPRINGER IN BERLIN 1930
SOFTCOVER REPRINT OF THE HARDCOVER 1ST EDITION 1930

Vorwort.

Als die Verlagsbuchhandlung vor zwei Jahren mit der Anfrage an mich herantrat, ob ich bereit wäre, ein größeres Lehr- und Handbuch für Waldbau bei ihr herauszugeben, da war ich mir des Umfangs dieser Aufgabe von Anfang an voll bewußt. Denn daß ein solches Werk in vollem Maße auch die naturwissenschaftlich-ökologischen Grundlagen mit umfassen müßte, stand für mich fest. Habe ich doch den Waldbau so schon vom ersten Tage an vorgetragen, als ich die Vorlesungen darüber vor zehn Jahren übernahm.

Freilich mußte der Umfang des Buches damit fast auf das Doppelte anwachsen, als wenn es nur die waldbauliche Technik behandelt hätte. Aber erst die volle Beherrschung der ökologischen Grundlagen ermöglicht ein richtiges Verständnis der verwickelten Beziehungen im Leben des Waldes und damit auch eine wissenschaftliche Begründung aller waldbaulichen Maßregeln. Ohne diesen Untergrund würde der Waldbau mehr oder minder auf der Stufe des Handwerks steckenbleiben!

Das naturwissenschaftlich-ökologische Material findet sich aber in so vielen Einzelarbeiten zerstreut und zersplittert, daß seine Zusammenfassung und Ordnung unter leitende Gesichtspunkte und die Herausarbeitung der Beziehungen zum Waldbau dringend erwünscht erscheinen muß. In den naturwissenschaftlichen Vorlesungen und Lehrbüchern werden diese Dinge nur sehr wenig oder gar nicht behandelt.

Ich habe den Rahmen dabei so weit wie möglich gespannt und u. a. auch die verschiedenen Waldformen der Erde, die Entwicklungsgeschichte des Waldes und manches andere hier mit aufgenommen, weil ich glaube, daß die Kenntnis dieser Dinge für den wissenschaftlich gebildeten Forstmann, dem der Wald Heimat und Berufsfeld ist, wohl als eine Ehrenpflicht betrachtet werden muß, und weil ich denke: Je breiter der Grund, desto sicherer der Bau!

Ein, ich darf wohl sagen, glückliches Geschick hat mir für den naturwissenschaftlichen wie für den technischen Teil des Waldbaus eine besonders vielseitige Ausbildung gegeben. Acht Jahre lang war ich Assistent am forstbotanischen Institut in Eberswalde, ein Jahr habe ich am pflanzenphysiologischen Institut in Berlin gearbeitet. Fünfzehn Jahre war ich dann Revierverswalter, und zwar in einem Buchenrevier des Westens mit Böden vom trügsten Buntsandstein bis zum tätigsten Muschelkalk, sowie später in einem Kiefernrevier des Ostens mit ebenso vielseitigen Verhältnissen. Durch Studienreisen nach Süddeutschland, Dänemark, Schweden und in die Urwaldungen von Rumänien und Bosnien habe ich soweit als möglich auch ganz andere Verhältnisse kennenzulernen gesucht.

Je mehr man aber sieht und vergleicht, desto mehr gewinnt man die Überzeugung von einer geradezu ungeheuren Mannigfaltigkeit der standörtlichen Bedingungen und der Verschiedenheiten, wie sie die wirtschaftliche Struktur der einzelnen Gebiete mit sich bringt. Ebenso groß ist damit auch die Verschieden-

heit in der Wirkung aller wirtschaftlichen Maßregeln. Aller Waldbau ist örtlich, ja oft sogar auf kleinstem Raume bedingt. Aber diese Verschiedenheit ist doch keine wirre Regellosigkeit. Sie läßt sich letzten Endes auf die gleichen allgemeinen und gesetzmäßigen Beziehungen zurückführen, die zwischen dem überaus wechselnden Standort einerseits und der Holzart und Wirtschaft andererseits bestehen. Diese Beziehungen aufzufinden, darzustellen und auf die allgemeinen Gesichtspunkte zu bringen, bildet die Hauptaufgabe des vorliegenden Werkes als Lehrbuch. Daß dabei besonderer Wert auf klare Herausarbeitung aller Wald- und Wirtschaftsformen und auf scharfe Fassung aller Begriffe zu legen war, schien mir aus dem Lehrzweck heraus selbstverständlich.

In den vielen Streitfragen, die heute noch weitgehend die forstliche Welt beschäftigen, ist das Für und Wider, sind Vorteile und Nachteile der einzelnen Methoden nach Möglichkeit kritisch und objektiv dargestellt worden, ohne die eigene Stellungnahme dahinter ganz verschwinden zu lassen. Das Buch will lehren und führen, aber auch zu eigener Urteilsbildung anregen. Es soll ein Lehrbuch des Waldbaus, aber kein waldbauliches Dogmenbuch sein!

Über dem ersten Teil steht als Leitgedanke das ökologische Wesen des Waldes als Lebensgemeinschaft unter der Einwirkung aller äußeren und inneren Faktoren, über dem zweiten sein technisches Wesen als Bauwerk unter dem Einfluß der menschlichen Eingriffe in ihn.

Ein Handbuch ist das vorliegende Werk nicht im vollen Sinne des Wortes, da aus Rücksicht auf den Umfang nicht auf alle Arbeiten bei den einzelnen Fragen eingegangen werden konnte. Immerhin ist die Literatur doch so weitgehend berücksichtigt, daß jeder, der sich hier und da noch genauer unterrichten will, das Notwendige in den Literaturnachweisen und von dort aus auch leicht alles Weitere finden wird.

Der Verlagsbuchhandlung Julius Springer bin ich für die reiche Ausstattung mit Abbildungen zu Dank verpflichtet. Ich glaubte im Interesse einer lebendigeren Anschauung hierauf nicht verzichten zu können, obwohl Umfang und Preis des Buches dadurch naturgemäß nicht unerheblich beeinflußt werden mußte.

Möge das Buch vor allem der studierenden forstlichen Jugend ein klarer und sicherer Wegweiser durch die verwickelten Pfade des Waldes und seiner Bewirtschaftung sein! Ich hoffe aber, daß es auch älteren Praktikern, die nach Fortbildung und Vertiefung ihres Wissens streben, noch manche Anregung und Ergänzung ihrer Kenntnisse bringen wird.

Zu Nutz und Frommen unseres Waldes, den wir als kostbares Volksgut zu erhalten und zu treuen Händen zu verwalten haben!

Eberswalde, im Dezember 1929.

Alfred Dengler.

Inhaltsverzeichnis.

I. Teil. Ökologie des Waldes als Grundlage des Waldbaus.

	Seite
Erster Abschnitt. Der Wald als Vegetationstyp.	
1. Kapitel. Wesen und Begriff des Waldes	1
Vegetationstypen 1. — Grundlinien des Waldaufbaus 2. — Die Lebensgemeinschaft des Waldes 3. — Die bewegenden Kräfte in der Lebensgemeinschaft 4. — Die Auffassung vom Wald als Organismus 5.	
2. Kapitel. Die Verbreitung des Waldes auf der Erde und sein Verhältnis zu den andern Vegetationstypen	6
Der Wald als Schlußformation 6. — Wald und Tundra; Wald und Steppe 7. — Wald und Heide 10. — Wald und Hochmoor 12. — Wiedergewinnung des Waldes auf Ödland 16.	
3. Kapitel. Die hauptsächlichsten Waldformen und ihre Verbreitung über die Erde (Waldzonen)	16
Übersicht und Einteilung	16
1. Der tropische und subtropische Regenwald 18. — 2. Die Lorbeer- und Hartlaubwälder 22. — 3. Der winterkahle, sommergrüne Laubwald (Sommerwald) 24. — 4. Der winter- oder regengrüne Laubwald 28. — 5. Der immergrüne Nadelwald 29. — 6. Zusammenfassende Übersicht über die verschiedenen Waldformen in horizontaler Erstreckung (Waldzonen) 33. — 7. H. Mayrs Einteilung der Waldformen 33.	
4. Kapitel. Die Waldformen nach Höhenstufen (Waldregionen)	35
5. Kapitel. Die polare und alpine Waldgrenze	38
6. Kapitel. Die natürlichen Verbreitungsgebiete der deutschen Hauptholzarten	50
Allgemeines	50
1. Die Kiefer oder Föhre 53. — 2. Die Fichte oder Rottanne 58. — 3. Die Weißtanne 66. — 4. Die Rotbuche 71. — 5. u. 6. Die Stiel- und Traubeneiche 74. — 7. Die Nebenholzarten 79.	
7. Kapitel. Die Entwicklungsgeschichte des deutschen Waldes	86
1. Die vorgeschichtliche Entwicklung	87
2. Die geschichtliche Zeit	92
Die Änderungen der Waldfläche 92. — Die Änderungen des Waldaufbaues 95. — Veränderungen in der Zusammensetzung nach Holzarten 98.	
8. Kapitel. Die Wald- und Holzartenverteilung in Deutschland und die einzelnen Waldgebiete	102
Zweiter Abschnitt. Der Einfluß der Lebensbedingungen auf den Wald und die einzelnen Holzarten.	
Vorbemerkungen	111
9. Kapitel. Die Wärme	111
Allgemeines über Wärmewirkung 111. — Versuche zur Berechnung der Wärmewirkung 112. — Wärmeextreme 115. — Wärmeverhältnisse in Deutschland 116. — Vegetationszeit 117. — Bodenwärme 118. — Wärmeklima auf kleinstem Raum 119. — Waldinnenklima 122. — Waldbodentemperatur 122. — Lufttemperatur in Wald und Freiland 123. — Berücksichtigung des Wärmefaktors in der Forstwirtschaft 124.	
10. Kapitel. Das Wasser	125
Allgemeine Bedeutung des Wasserfaktors 125. — Extreme 126. — Quellen der Feuchtigkeit 126. — Niederschläge und ihre Verteilung 127. — Das Wasser im Boden 128. — Die Verdunstung 129. — Die Luftfeuchtigkeit 130. — Ein-	

	Seite
wirkung des Waldes auf den Wasserfaktor 130. — Niederschläge im Walde 131. — Die Luftfeuchtigkeit im Walde 132. — Die Verdunstung im Walde 132. — Die Bodenfeuchtigkeit im Walde 133. — Lokale Feuchtigkeitsverhältnisse 134. — Wasserverbrauch und Wasserbedürfnis der einzelnen Holzarten 135. — Einfluß der Wirtschaft auf den Wasserfaktor 137.	
11. Kapitel. Das Licht	138
Wirkung des Lichts auf die Pflanzen 138. — Lichtquellen 139. — Der Lichtgenuß der Pflanzen 140. — Licht und Blattstellung 140. — Wirkung der verschiedenen Zusammensetzung des Lichts 141. — Messung des Lichtgenusses 142. — Lichtbedürfnis der Holzarten 142. — Licht- und Schattenholzarten 143. — Schattenwirkung oder Wurzelkonkurrenz 144. — Beschattungsversuche 145. — Licht- und Schattenhabitus 147. — Innere Struktur der Licht- und Schattenblätter 149. — Nachwirkung der Lichtverhältnisse 150. — Licht und Assimilation 151. — Licht und Zuwachs 152. — Die Frage des Lichtungszuwachses 153. — Das Licht im Innern des Waldes 154. — Waldinnenlicht und Bodenflora 155. — Einwirkung der Wirtschaft auf den Lichtfaktor 156.	
12. Kapitel. Die Kohlensäure	157
Bedeutung im allgemeinen 157. — Die Quellen der Kohlensäure 158. — Verschiedenheiten des Kohlensäuregehaltes im Freien und im Walde 158. — Einfluß der Wirtschaft auf den Kohlensäurefaktor 160.	
13. Kapitel. Der Wind	161
Physiologische Wirkung des Windes 161. — Pathologische Wirkung des Windes 161. — Wirkung auf den Boden 163. — Einfluß auf Baum- und Schaftform 163. — Verteilung der Winde in Deutschland 165. — Einfluß des Waldes auf den Wind 166. — Berücksichtigung des Windfaktors in der Wirtschaft 167.	
14. Kapitel. Der Boden	168
Gründigkeit 168. — Der Boden als Nährstoffquelle 170. — Chemische Verhältnisse; Gesteins- und Bodenarten 171. — Mineralstoffgehalt und Fruchtbarkeit der Böden 173. — Mineralstoffgehalt der Bäume und Ansprüche an den Boden 174. — Humusgehalt des Bodens 176. — Die Mykorrhizafrage 174. — Humus und Bodenfeuchtigkeit 177. — Düngewirkung des Humus 177. — Azidität des Bodens 180. — Physikalische Bodeneigenschaften 183. — Wärmeverhältnisse 183. — Feuchtigkeitsverhältnisse 183. — Durchlüftung 184. — Das Vorkommen und die Verteilung der Bodenarten in Deutschland 185. — Der Einfluß des Waldes auf den Boden 186. — Mineralstoffentzug 186. — Abfallstoffe und Humusbildung 188. — Die Pflanzen- und Tierwelt im Boden 192. — Die Rolle der Baumwurzeln im Boden 193. — Einfluß der Wirtschaft auf den Boden im Walde 194.	
15. Kapitel. Die inneren Anlagen. Arteeigentümlichkeiten und Rassenbildung . . .	196
Allgemeine Gesetze der Erblichkeit 196. — Erblichkeit erworbner Eigenschaften; Akklimatisation 199. — Die Waldbestände nach ihrer inneren Veranlagung 199. — Innere Veranlagung der einzelnen Arten 199. — Die äußeren Einflüsse (Modifikationen) 202. — Klimarassen (Provenienzfrage) 204. — Provenienzversuche 205. — Erklärung der Versuchsergebnisse 215. — Standortsrassen 216. — Individuelle Vererbung 221. — Mutationen 223. — Entwicklung der Saatgutenerkennung 223. — Rassenbezirke in Deutschland 224. — Aussichten für eine forstliche Hochzucht 225.	
Dritter Abschnitt. Die Lebenserscheinungen und der Ablauf des Lebens im Walde.	
16. Kapitel. Blüten und Früchten	226
Allgemeine Bedingungen des Blühens 226. — Mannbarkeit 228. — Blütezeiten der Holzarten 228. — Bestäubung und Befruchtung 229. — Störungen der Bestäubung und Fruchtbildung 230. — Frucht reife 231. — Größe und Häufigkeit des Samenertrages 232. — Samenertrag der einzelnen Bäume 234.	
17. Kapitel. Vermehrung und Verbreitung	235
Die Arten der Vermehrung 235. — Vegetative Vermehrung im Walde 235. — Vermehrung und Verbreitung durch Samen im Walde 236. — Wanderungsvermögen der Holzarten 237. — Vermehrung und Verbreitung in den Unterschichten des Waldes 238.	

	Seite
18. Kapitel. Keimung und Fußfassen der Verjüngung	239
Reifezustände des Samens 239. — Keimruhe 239. — Die äußeren Bedingungen der Keimung 240. — Keimprozent, Keimschnelligkeit und Pflanzenprozent 241. — Keimhemmungen 243. — Keimung und Fußfassen in der Natur 243. — Die ersten Jugendgefahren 244.	
19. Kapitel. Die weitere Entwicklung in der ersten Jugend (Aufwuchs- und Dickenalter)	245
Äußere Gefahren 245. — Stammausscheidung 246. — Höhenwachstum der einzelnen Arten 246.	
20. Kapitel. Entwicklung und Wachstum im Stangen- und Baumholzaltes	248
Periodizität 249. — Vegetationsbeginn 249. — Jährlicher Verlauf des Längenwachstums 251. — Jährlicher Verlauf des Dickenwachstums 254. — Verlauf des Wurzelwachstums 256. — Das Wachstum in den verschiedenen Lebensaltern 257. — Gang des Höhenzuwachses nach dem Lebensalter 257. — Gang des Dicken- und Massenzuwachses nach dem Lebensalter 259. — Schichtenbildung und Stammausscheidung 260. — Zusammenfassung 261.	
21. Kapitel. Altern, Krankheit und Tod	262
Begriff des Alterns 262. — Lebensalter der Waldbäume 264. — Fäulnis und Zopftrocknis als Alterserscheinungen 264. — Gewaltamer und natürlicher Tod 264. — Krankheitserscheinungen 265.	

II. Teil. Technik des Waldbaus.

Einleitung. Ziel und Wesen des Waldbaus; Literatur	267
Erster Abschnitt. Die Bestandesarten.	
1. Kapitel. Allgemeines über Begriff und Einteilung der Bestände	277
Aufbau in horizontaler Richtung 277. — Aufbau in vertikaler Richtung 279. — Bestandesdichte 280. — Innere Zusammensetzung 281.	
2. Kapitel. Vorkommen und Bewertung der verschiedenen Bestandesarten. Wald- und Bestandestypen	282
Aufbau des Urwaldes 283. — Wertung der Bestandesformen 285. — Wald- und Bestandestypen 286.	
3. Kapitel. Die hauptsächlichsten Reinbestandesformen des deutschen Waldes . .	293
1. Der Kiefernbestand 293. — 2. Der Fichtenbestand 302. — 3. Der Tannenbestand 308. — 4. Der Lärchenbestand 312. — 5. Der Rotbuchenbestand 314. — 6. Der Eichenbestand 319. — 7. Der Roterlenbestand 325.	
4. Kapitel. Die deutschen Mischholzarten	328
A. Allgemeines 328	
B. Die einzelnen Mischholzarten nach ihrem forstlichen Verhalten 329	
1. Die Birken 329. — 2. Die Hain- oder Weißbuche 330. — 3. Die Esche 331. — 4. Die Ahornarten 332. — 5. Die Rüstern 333. — 6. Die Linden 333. — 7. Die Pappeln 334.	
5. Kapitel. Ausländische Holzarten	335
A. Eingebürgerte Holzarten 335	
1. Die Edelkastanie 335. — 2. Die Weißerle 335. — 3. Die Akazie 336.	
B. Eigentliche Ausländer 337	
1. Die Ausländerfrage 337	
2. Die hauptsächlichsten angebauten ausländischen Holzarten 340	
1. Die Douglasie 340. — 2. Die Weimutskiefer 344. — 3. Die Sitkafichte 345. — 4. Die Bankskiefer 346. — 5. Die Pechkiefer 346. — 6. Die Schwarzkiefer 347. — 7. Die japanische Lärche 347. — 8. Die Roteiche 347.	
6. Kapitel. Die wichtigsten deutschen Mischbestandesarten	349
A. Mischungen von Schatthölzern untereinander 349	
1. Fichte × Tanne 349. — 2. Tanne × Buche 350. — 3. Fichte × Buche 350. — 4. Fichte × Tanne × Buche 351. — 5. Buche × Hainbuche 352.	
B. Mischbestände aus Lichthölzern 352	
1. Kiefer × Eiche 352. — 2. Kiefer × Birke 354. — 3. Kiefer × Lärche 354.	

	Seite
C. Mischbestände aus Licht- und Schatten- bzw. Halbschattenholzarten	354
1. Kiefer × Buche 354. — 2. Eiche × Buche 359. — 3. Kiefer × Fichte 362. —	
4. Eiche × Fichte 363. — 5. Eiche (Stieleiche) × Edelhölzer (Esche, Ahorn,	
Rüster) 363.	
D. Allgemeine Regeln für Mischbestände	364
Zweiter Abschnitt. Die Bestandesbegründung oder Verjüngung.	
Vorbemerkungen 365. — Die Arten der Bestandesbegründung 366. — Die	
Frage der Verjüngungsart 366.	
7. Kapitel. Die Bodenvorbereitung, bzw. Bodenbearbeitung für die Verjüngung .	367
Die Beseitigung einer ungünstigen Bodendecke 367. — Die Bodenlockerung	
369. — Mengung des Bodens 370. — Bearbeitungsfläche 372. — Zeit der Be-	
arbeitung 373.	
8. Kapitel. Die Geräte für die Bodenbearbeitung und ihre Anwendung	373
A. Handgeräte	373
1. Rechen oder Harken 373. — 2. Hacken 374. — 3. Spaten 376.	
B. Bespannte oder mit Motoren arbeitende Geräte	377
1. Pflüge 377. — 2. Eggen, Grubber und ähnliche Geräte 379.	
Kosten und Bewertung der verschiedenen Bearbeitungsmethoden 385.	
9. Kapitel. Bedingungen und Verfahren der natürlichen Verjüngung.	388
Die Naturverjüngung unter Schirm 389. — Vorbereitung 389. — Samen-	
schlagstellung 389. — Musterung der Vorwüchse 391. — Lichtungsstellung	
391. — Naturverjüngung durch Seitenbesamung 395.	
10. Kapitel. Die künstliche Verjüngung	395
Die Saat	395
1. Das Saatgut	396
Beschaffung 396. — Prüfung 396.	
2. Die Aussaat	399
Keimbett 399. — Saatfläche (Vollsaat, Streifen- oder Riefensaar, Plätze-	
oder Plattensaar) 400—401. — Saatzeit 401. — Vorbehandlung des Samens	
402. — Technik der Aussaat (1. Handsaat, 2. Handsaat mit Hilfswerkzeugen,	
3. Maschinensaaten) 403—405. — Saatmenge 406.	
11. Kapitel. Die Pflanzung	406
1. Das Pflanzgut	407
Beschaffung 407. — Beurteilung 407. — Alter und Größe der Pflanzen	
408.	
2. Die Pflanzung	409
Pflanzzeit 409. — Pflanzweite und Pflanzenmenge 410. — Die Pflanztechnik	
412. — Die Spaltpflanzung 412. — Die Lochpflanzung 414. — Die Pflanztiefe	
416. — Die Obenauf- und Hügelpflanzung 417. — Die Ballenpflanzung 418.	
12. Kapitel. Die Pflanzenerziehung im Kamp.	418
Die verschiedenen Kamparten 418. — Auswahl des Platzes und Größe der	
Kämpfe 419. — Bodenbearbeitung und Herrichtung des Kampes 420. — Dün-	
gung der Kämpfe 420. — Die Pflanzenerziehung 422. — Pflege und Schutz der	
Kämpfe 425.	
13. Kapitel. Aufforstungen und Meliorationen	425
1. Die Ackeraufforstung 425. — 2. Die Heideaufforstung 427. — 3. Die Auf-	
forstung von Flugsand und Dünen 430. — 4. Die Aufforstung von Kalködländ	
432. — 5. Die Mooraufforstung 434. — 6. Entwässerung und Bewässerung 434.	
14. Kapitel. Nachbesserungen und Kulturpflege	435
Ungefährliche Kostensätze für die gebräuchlichsten Kulturarbeiten	439
15. Kapitel. Allgemeine Beurteilung und Bewertung der verschiedenen Verjüngungs-	
verfahren	440
Dritter Abschnitt. Die Bestandeserziehung und Bestandespflege.	
Vorbemerkungen	
445	
16. Kapitel. Die Hiebsmaßnahmen zur Bestandeserziehung	446
1. Läuterungen	446

	Seite
2. Durchforstungen	447
Begriff; Geschichtliches; Stammklassenbildung 447. — Wirkungen der Durchforstung 450.	
Die Durchforstungsarten	452
1. Die Durchforstungsarten der Versuchsanstalten 452. — 2. Besondere Durchforstungsarten: a) Hecks freie Durchforstung 456. — b) Dänische Durchforstung 457. — c) Bramwalder Durchforstung 457. — d) Französische Éclaircie par le haut 458. — e) Posteler Durchforstung 458. — f) Borgrevesche Plenterdurchforstung 458. — 3. Massen- und Wertsleistung der Durchforstungsarten 460. — 4. Handhabung in der Praxis 462.	
3. Lichtungen	464
17. Kapitel. Ästungen, Unterbau und sonstige Pflegemaßregeln	465
1. Ästung	465
2. Unterbau	467
3. Sonstige Boden- und Bestandespflegemaßregeln	470
Bodenbearbeitung 470. — Düngung 471. — Reisigdeckung 472.	
Vierter Abschnitt. Die wirtschaftlichen Bauformen des Waldes (Betriebsformen).	
Einleitung und Übersicht	473
18. Kapitel. Der Niederwald	475
1. Allgemeines	475
2. Die besonderen Niederwaldformen	476
1. Der gewöhnliche Brennholzniederwald 476. — 2. Der Eichenschälwald 477. — 3. Der Weidenhegerniederwald 478. — 4. Der Erlenniederwald 480. — 5. Der Akazienniederwald 481. — 6. Der Edelkastanienniederwald 482. — 7. Einige andere Holzarten im Niederwald 483. — 8. Niederwaldbetriebe mit landwirtschaftlicher Zwischennutzung 483. — 9. Kopfholz- und Schneidelbetrieb 484.	
3. Zusammenfassende Wertung der Niederwaldformen	485
19. Kapitel. Der Mittelwald	485
Geschichtliches und Allgemeines 485. — Holzarten des Mittelwaldes 487. — Verhältnis von Oberholz zu Unterholz 487. — Hiebsführung und Verjüngung 488. — Zusammenfassende Würdigung des Mittelwaldbetriebes 490.	
Die Umwandlung von Nieder- und Mittelwald in Hochwald	490
20. Kapitel. Der Hochwald und seine besonderen Formen	492
Einteilung und Übersicht	492
1. Der Kahlschlagbetrieb auf großer Fläche und seine Nebenformen	493
Geschichtliches 493. — Verfahren des Großkahlschlages 494. — Loch- und Schachbrettschläge 496. — Spring- oder Wechselschläge und Schlagruhe 496. — Wertung des Kahlschlagbetriebes 498.	
2. Der Großschirmschlagbetrieb	501
Geschichtliches 501. — Verfahren 502. — Wertung 503.	
3. Der Femelschlagbetrieb	504
Allgemeines und Geschichtliches 504. — Gruppen- und horstweiser Femelschlag 505. — Saumfemelschlag oder kombinierter Femelschlag 509. — Abarten des Femelschlages 512. — Wertung des Femelschlagbetriebes 514.	
4. Kahl- und Schirmschlagformen in Verbindung mit Lichtungs- und Überhaltbetrieb und einige sonstige Nebenformen	515
Allgemeines über Lichtungs- und Überhaltbetriebe 515. — Einzelüberhalt 517. — Horstweiser Überhalt 519. — Lichtungsbetriebe: G. L. Hartigs Buchen-konservationshieb 520. — Seebachscher Buchenlichtungsbetrieb 520. — Burckhardts Eichenlichtungsbetrieb 522. — Erdmanns zweialtriger Hochwald 522. — G. Wagners Frühlichtungsbetrieb 523. — H. Mayrs Kleinbestandeswald 524. — Sonstige Nebenformen 525.	
5. Saumschlagformen	526
Chr. Wagners Blendersaumschlag 526. — Eberhards Schirmkeilschlag 532. — Kautzs Streifenschirmschlag 535.	

	Seite
6. Plenterwald, Dauerwaldgedanke und Dauerwaldformen	537
Plenterwald 537. — Der Dauerwaldgedanke 542. — Dauerwaldwirtschaften: Bärenthoren 544. — Eberswalde 547. — Hohenlubbichow 548.	
Schlußwort	549
Namen- und Ortsverzeichnis	550
Sachverzeichnis	552

Verzeichnis der aus anderen Werken entnommenen Abbildungen.

- Warming: Lehrbuch der ökologischen Pflanzengeographie. Berlin: Gebr. Borntraeger 1918: Abb. 1, 7.
- Schimper: Pflanzengeographie auf physiologischer Grundlage. Jena: G. Fischer 1898: Abb. 2, 6, 9, 14.
- Rawitscher: Die heimische Pflanzenwelt in ihren Beziehungen zu Landschaft, Klima und Boden. Freiburg i. B.: Herder & Co. 1927: Abb. 5.
- Brockmann-Jerosch: Baumgrenze und Klimacharakter. Zürich: Rascher & Co. 1919: Abb. 16, 28.
- Walter: Einführung in die allgemeine Pflanzengeographie Deutschlands. Jena: G. Fischer 1927: Abb. 20, 36, 75.
- Kihlmann: Pflanzenbiologische Studien aus Russisch-Lappland. Helsingfors: Weilie & Göös 1890: Abb. 21.
- Klein: Bemerkenswerte Bäume im Großherzogtum Baden. Heidelberg 1908: Abb. 22, 64, 132.
- Lundegårdh: Klima und Boden in ihrer Wirkung auf das Pflanzenleben. Jena: G. Fischer 1925: Abb. 26, 38, 55, 56, 60, 61.
- Schroeter: Das Pflanzenleben der Alpen. Zürich: A. Raustein vorm. Meyer & Zeller 1926: Abb. 27.
- Braun-Blanquet: Pflanzensoziologie. Berlin: J. Springer 1928: Abb. 35, 59.
- Morosow: Die Lehre vom Walde. Neudamm: J. Neumann 1928: Abb. 41.
- Ramann: Bodenkunde. Berlin: J. Springer 1911: Abb. 4, 45, 78—80.
- Büsgen: Bau und Leben unserer Waldbäume. Jena: G. Fischer 1927: Abb. 46, 67, 100, 101, 111, 117.
- Mitteilungen der schweizerischen Zentralanstalt für das forstliche Versuchswesen. Zürich: Fäsi & Beer: Abb. 49, 52, 53, 56, 94, 97, 99, 104, 105.
- Graebner: Die Pflanzenwelt Deutschlands. Leipzig: Quelle & Meyer 1909: Abb. 50, 51.
- Flora oder Allgemeine botanische Zeitung. Jena: G. Fischer, Bd. IV: Abb. 54.
- Meinecke: Die Kohlenstoffernährung des Waldes. Berlin: J. Springer 1927: Abb. 62.
- Silva: Forstl. Wochenschrift. Tübingen: K. Laupp, Jahrg. 1923: Abb. 66, 107.
- Geiger: Das Klima der bodennahen Luftschicht. Braunschweig: Fr. Vieweg 1927: Abb. 68, 69.
- Forstarchiv: Hannover. M. & H. Schaper: Jahrg. 1927: Abb. 74.
- Fruwirth u. Roemer: Einführung in die landwirtschaftliche Pflanzenzüchtung. Berlin: Parey: Abb. 82.
- H. H. Hilf: Studien über die Wurzelausbreitung usw. Hannover: M. & H. Schaper 1927: Abb. 85—89.
- Zentralbl. f. d. ges. Forstwesen. Wien u. Leipzig: W. Frick: Abb. 95, 96.
- Oppermann: Vrange Boge i det nordostlige Sjaelland. Kopenhagen: A. Simmelklaer 1908: Abb. 103.
- Seitz: Edekrassen des Waldes. Berlin: J. Springer 1927: Abb. 113, 114.
- Meddelanden från Statens Skogsforsöksanstalt. Stockholm: Zentraldruckerei: Abb. 116.
- Mayr: Fremdländische Wald- und Parkbäume. Berlin: Parey 1906: Abb. 121.
- Borgmann: Waldbilder aus Sachsen. Tübingen: H. Laupp 1915: Abb. 149, 187, 210.
- Splettstößer: Zum Unterschied von Kiefersaat- und Pflanzbeständen verschiedener Art. Neudamm: J. Neumann 1928: Abb. 189.
- Dittmar: Der Waldbau. Neudamm: J. Neumann 1929: Abb. 193.
- Heyer-Heß: Der Waldbau oder die Forstproduktzucht. Leipzig u. Berlin: B. G. Teubner 1906: Abb. 194, 195.
- Mitteilg. aus d. Sächs. forstl. Versuchsanstalt. Berlin: Parey: Abb. 207.
- Forstwissenschaftl. Zentralblatt. Berlin: Parey: Abb. 47, 227, 238.
- Chr. Wagner: Der Blendersaumschlag und sein System. Tübingen: H. Laupp 1912: Abb. 233, 235, 237.
- Balsiger: Der Plenterwald. Bern: Bächler & Co. 1925: Abb. 244.

Erster Teil.

Ökologie des Waldes als Grundlage des Waldbaus.

Erster Abschnitt. Der Wald als Vegetationstyp¹.

1. Kapitel. Wesen und Begriff des Waldes.

Das Pflanzenkleid, das die Erde bedeckt, ist überaus reich und mannigfaltig gemustert. Aber in all dem Wechsel von Ort zu Ort, ja selbst von Weltteil zu Weltteil, lassen sich doch gewisse gemeinsame Typen erkennen, die der Landschaft ein bestimmtes äußeres Gepräge (Physiognomie) verleihen, die aber auch in ihrem inneren Wesen und Leben (Ökologie) gewisse gemeinsame Grundzüge aufweisen. Es ist eine bemerkenswerte und fesselnde Erscheinung in der Natur, daß die Form nicht nur etwas Äußerliches und Zufälliges ist, sondern daß sie oft in weitgehender Weise mit Funktion und Lebensweise verknüpft ist, so daß Physiognomie und Habitus in der Pflanzenwelt oft schon einen sehr treffenden Ausdruck für die ökologischen Verhältnisse bieten. Die Naturwissenschaft hat hieraus eine Fülle von Erkenntnissen wertvollster Art gewonnen. Auch für den Wald gilt das in vollem Maße.

Vegetationstypen. Betrachtet man so das Vegetationskleid der Erde nach seinen verschiedenen Typen, so schälen sich letzten Endes einige wenige große Haupt- und Grundformen heraus, die man in der Wissenschaft heute als Vegetationstypen (auch Pflanzenformationen) bezeichnet. Die Sprache aller Völker hat schon von alters her bestimmte Namen für diese gefunden. Es sind etwa Ausdrücke wie: Wüste, Steppe, Wiese, Feld, Moor, Heide, Gebüsch und Wald.

Diese Aufzählung ist nicht erschöpfend. Es finden sich in der Sprache unseres Volkes und besonders in ihren verschiedenen Mundarten noch manche anderen Ausdrücke für die gleichen und auch für andere Formen. Die Wissenschaft hat auch manche von ihnen zusammengefaßt bzw. weiterzergliedert und neue hinzugefügt.

Für unsere Betrachtung genügen aber die obigen Haupttypen. Sie geben uns jedenfalls eine Vorstellung von dem, was man unter Vegetationstyp zu verstehen hat.

¹ Hauptsächliche Literatur: Mayr, H.: Waldbau auf naturgesetzlicher Grundlage, 2. Aufl. Berlin 1925. — Rubner, K.: Die pflanzengeographischen Grundlagen des Waldbaus, 2. Aufl. Neudamm 1925. — Morosow, G. F.: Die Lehre vom Walde. Aus dem Russischen übersetzt. Neudamm 1928. — Schimper, W.: Pflanzengeographie auf physiologischer Grundlage, 2. Aufl. Jena 1908. — Warming u. Gräbner: Lehrbuch der ökologischen Pflanzengeographie, 3. Aufl. Berlin 1918. — Drude, O.: Handbuch der Pflanzengeographie. Stuttgart 1890. — Handwörterbuch der Naturwissenschaften Bd. 4. Jena 1913. Darin: Geographie der Pflanzen: a) Florenreiche von M. Rikli; b) Ökologische Pflanzengeographie von E. Rübél. — Walter, H.: Einführung in die allgemeine Pflanzengeographie Deutschlands. Jena 1927. — Rawitscher, F.: Die heimische Pflanzenwelt. Freiburg i. B. 1927. — Gräbner, P.: Die Pflanzenwelt Deutschlands. Leipzig 1909.

Grundlinien des Waldaufbaus. Uns wird weiterhin in der Hauptsache nur der Wald beschäftigen. Was ist es nun, was diesen in seiner äußeren Erscheinung von den anderen Formen unterscheidet, was ist es eigentlich, was den Wald zum Walde macht?

In erster Linie sind es die Bäume, die sein hervorstechendstes Merkmal bilden und durch die er dem Landschaftsbild sein augenfälliges Gepräge gibt. Unter Bäumen verstehen wir im allgemeinen nur besonders hochragende Pflanzenformen. Hoch und niedrig aber sind relative Begriffe. Die Beziehung liegt im Menschen selbst. Wir müssen gezwungen sein, zum Baum aufzuschauen, um ihn Baum nennen zu können. Darin liegt jedenfalls das Wesentlichste für unser Sprachgefühl. Für die Wissenschaft hat sich aber die Notwendigkeit einer bestimmten, zahlenmäßigen Begrenzung herausgestellt. Man hat als untere Grenze für die Baumform im allgemeinen 5 m¹ angenommen und darüber hinaus 3 Höhenklassen gebildet: Bäume 3. Größe bis zu 10 m, 2. Größe bis 25 m und 1. Größe über 25 m. Die meisten Waldbäume, insbesondere diejenigen, die die Durchschnittshöhe des Waldes bestimmen, sind aber bei uns fast überall Bäume erster Größe.

In Deutschland liegen ihre Höhen im reifen Alter meist zwischen 25—30 m, doch erreichen einzelne auf günstigen Standorten auch 40—50 m Höhe. Die höchsten Waldbäume der Welt sind jene riesigen Mammutbäume Kaliforniens (*Sequoia gigantea*) mit 100 m und die Eukalyptusbäume Australiens, von denen einzelne Arten sogar 150 m und mehr erreichen sollen.

Es ist aber nicht nur die Höhe, sondern auch eine bestimmte Aufbauform, die den Baum erst zum Baum im vollen Sinne des Wortes macht. Man muß an ihm eine gewisse Dreigliederung in Wurzel, Schaft und Krone unterscheiden können.

Nicht unbedingt notwendig ist eine Verästelung der Krone, wie wir sie in den meisten Fällen finden (Typ der Wipfelbäume). In anderen kommt es auch ohne eine solche zur Baumbildung, indem am oberen Ende des Stammes nur ein Schopf meist sehr großer Blätter unmittelbar ansitzt, wie z. B. bei den Palmen u. a. (Typ der sog. Schopfbäume). Ebenso wenig ist es notwendig, daß der Stamm als ein besonderes, innerlich einheitlich gebautes Organ ausgebildet ist (echter Stamm). Man spricht vielmehr auch da von Bäumen, wo der Stamm wie bei den Musa-Arten (Bananen) nur aus den starken und ausdauernden, zusammengeschlossenen Blattscheiden gebildet wird (sog. falsche Stammbildung).

Baumformen kommen in den verschiedensten Familien, Ordnungen und Reihen des Pflanzenreiches vor. So gibt es neben den vielen Familien der Dicotyledonen (Zweikeimblättrigen) auch einige solcher in der Klasse der Monocotyledonen (Einkeimblättrigen) wie die Palmen und Bambusarten, ebenso bilden die meisten Gymnospermen (Nacktsamer), vor allem die Nadelhölzer und Cycadeen, solche Baumformen, und in früheren Erdperioden gab es auch in der Reihe der Gefäßkryptogamen baum- und wälderbildende Formen, nämlich Farne und Schachtelhalme.

Ein Baum oder einige Bäume machen aber noch keinen Wald. Es müssen ihrer viele sein, die eine größere Fläche bedecken, mindestens so groß, daß die Standortbedingungen der Außenwelt (Wärme, Feuchtigkeit, Licht, Wind u. a. m.) auf dieser Fläche nicht mehr von der Umgebung allein bestimmt, sondern von den Bäumen selbst beherrscht werden. Dazu ist aber nicht nur eine gewisse Flächengröße, sondern auch ein gewisser Dichtstand der Bäume erforderlich. Wir nennen dies den Schluß oder Schlußstand. Ist trotz Schlußstand die Fläche zu klein oder trotz genügender Fläche kein entsprechender Schluß vorhanden, sondern stehen die Bäume nur einzeln oder

¹ Schroeter: Das Pflanzenleben der Alpen, nimmt 4—5 m als Grenze an, andere wieder, wie z. B. die forstlichen Versuchsanstalten in ihrem Arbeitsprogramm für Erhebungen über die Holzartenverbreitung sogar 8 m!

gruppenweise zerstreut, so haben wir den Übergangstyp des Waldes zur Steppe, die Baumsteppe oder in künstlich von Menschen geschaffenen Bildungen den Park.

In dieser Bestimmung und Abgrenzung der äußeren Erscheinungsform des Waldes finden wir schon die wesentlichsten Grundlinien seines Aufbaus: eine gewisse Höhe, eine gewisse Größe seiner Grundfläche, einen gewissen Schlußstand seiner Glieder, der Bäume, und eine bestimmte Bauform dieser selbst. Der Wald kennzeichnet sich durch diese Grundlinien deutlich als ein Monumentalbau der Natur. Aus der Größe seiner Abmessungen und der Massigkeit seiner Form geht auch die Kraft seiner Stellung in der Natur und seine starke Wirkung auf Umwelt wie Innenwelt unmittelbar und zwangsläufig hervor.

Die Lebensgemeinschaft des Waldes. Aus dem Umstande, daß erst eine Vielheit von Bäumen in einem gewissen Schlußstand den Wald ausmacht, ergibt sich ferner, daß er eine Vergesellschaftung von Einzelwesen zu einer Gemeinschaft darstellt, wie sie auch die anderen Vegetationstypen bilden. Man hat solche Lebensgemeinschaften mit dem wissenschaftlichen Namen Biozönose bezeichnet (von bios = Leben und koinos = gemeinsam).

Zu der Biozönose des Waldes gehören aber außer den Bäumen auch noch alle die andern Pflanzen und Tiere, die sich gewohnheitsmäßig in ihm finden und in ihm und mit ihm leben. Zu ihr gehört im weitesten Sinne auch der Boden, in dem der Wald wurzelt, die Luft, in der er atmet, das Licht, in dem er assimiliert, kurz die ganze Innen- und Umwelt, die ihn beeinflusst und die er selbst auch wieder beeinflusst.

Die Bäume bilden im Walde nur eine Stufe oder Schicht, die Baumschicht, die oftmals selbst wieder in mehrere Unterschichten zerfällt, insbesondere da, wo zahlreiche Baumarten von verschiedener Höhe den Wald zusammensetzen, wie vor allem im tropischen Urwald.

Unter dieser Oberstufe tritt aber oft noch eine Busch- oder Strauchschicht, unter dieser eine noch niedrigere Kräuter- oder Staudenschicht und schließlich eine meist von Moosen, Flechten und Algen gebildete Bodenoberflächenschicht auf. Endlich findet sich unter dieser im Boden selbst noch eine unterirdische Schicht, in der zahllose Pilzfäden und Bodenbakterien ihr Leben verbringen und ihre für die Lebensgemeinschaft höchst wichtige, wenn auch dem Auge verborgene Rolle spielen.

Auch in der Tierwelt des Waldes begegnen wir einer ähnlichen Abstufung von Lebenskreisen, wenn sie auch wegen der freien Beweglichkeit der Tiere hier nicht so scharf abgegrenzt sind. Gewisse Vögel und Insekten leben hauptsächlich in der Baum-, andere in der Strauchschicht, die Säugetiere, insbesondere das Wild, in der Zone der Strauch- und Kräuterschicht, am und im Boden vor allem zahlreiche Insekten, Würmer und Protozoen, die mit den unterirdisch lebenden Pilzen, Algen und Bakterien zusammen die ungeheuer zahlreiche, aber in ihren Formen und ihrer Lebensweise noch wenig erforschte Kleinbewelt des Bodens, das sog. Edaphon, bilden.

Nicht alle Waldbewohner sind aber auf den Wald allein angewiesen, sie kommen z. T. auch außerhalb desselben vor. Das trifft sogar auf die Waldbäume selbst zu, die auch in Garten, Feld und Wiese vorkommen können, freilich im Freiland dann meist einen etwas veränderten Habitus annehmen. Noch mehr gilt das von anderen Gliedern der Lebensgemeinschaft. Unter den Sträuchern, Kräutern, Moosen, den Flechten und Algen, seltener unter den Pilzen, gibt es Arten, die ebenso häufig im Walde wie außerhalb auftreten. Andere scheinen allerdings ganz an ihn gebunden zu sein und finden sich nur in ihm. Alle Grade

der Bindung, von der ganz losen, oft fast nur zufälligen, bis zu der festen und gesetzmäßigen sind vorhanden!

Um einige Beispiele zu nennen, so kommen manche Gräser wie das Ruchgras (*Anthoxanthum odoratum*), das Straußgras (*Agrostis vulgaris*), das Wollgras (*Holcus lanatus*) ebenso häufig in Wäldern wie auf Wiesen und sonstigen freien Plätzen vor, während die im Kiefernwald so außerordentlich verbreitete Waldschmiele (*Aira flexuosa*), das Perlgras (*Melica nutans*) oder das Hainrispengras (*Poa nemoralis*) stark an den Wald gebunden scheinen und am Waldrande oft scharf und plötzlich mit diesem abschneiden. Von den kleinen Zwergstraucharten tritt das Heidekraut (*Calluna vulgaris*) ebenso im Walde wie außer ihm auf, während die beiden Beerkrautarten, die Blaubeere (*Vaccinium Myrtillus*) und die Preiselbeere (*Vacc. vitis Idaea*) streng an den Wald gebunden sind. Die Beispiele für ein so verschiedenes Verhalten einzelner Arten ließen sich noch beliebig vermehren. Im allgemeinen ist die Ungebundenheit des Vorkommens (Ubiquität) unter den Sträuchern, Gräsern und Kräutern häufiger wie unter Farnen, Moosen und Pilzen, wo eine viel weitgehendere Trennung in wald- und nichtwaldbewohnende Arten eingetreten ist.

Die Ursache liegt wohl in allen Fällen in der wechselnden Breite der Lebensbedingungen, die die einzelnen Arten- und Formenkreise zu ihrem Gedeihen brauchen.

Wir sehen jedenfalls hieraus, daß die Lebensgemeinschaft des Waldes nicht eine unbedingte ist. Wenn wir im Zusammenhang damit die Formen und Grade des Gemeinschaftslebens im Walde untersuchen, so finden wir auch hier die größte Verschiedenheit vom einfachen Nebeneinanderwohnen (z. B. Bodenmoose) bis zum Aufeinanderwohnen (Baummoose und Baumflechten), ja sogar bis zum Ineinanderwohnen (Pilze in Baumwurzeln, sog. Mykorrhiza). In vielen Fällen führt die Lebensgemeinschaft nur zum gemeinsamen Genuß der Bodennährstoffe, des Bodenwassers usw., gewissermaßen nur zum Sitzen am gemeinsamen Tische (Kommensalismus). In anderen Fällen findet nur ein Verbrauch der Abfallstoffe des Lebensgenossen statt (Saprophytismus), in wieder anderen aber auch eine Ernährung aus seinen lebenden Teilen (Parasitismus) bis endlich zur höchsten Stufe der Gemeinschaft, bei der es zu einem Austausch der Stoffe mit gegenseitigem Vorteil kommt (Mutualismus).

Alle diese Verhältnisse gelten nicht nur für die pflanzlichen Glieder der Biozönose, sondern auch für die Tiere, und zwar unter diesen selbst wie auch mit den Pflanzen des Waldes zusammen.

Aus der Fülle und Mannigfaltigkeit dieser Beziehungen, die uns in ihren Einzelheiten z. T. noch recht unbekannt sind, ergibt sich das Bild eines ungeheuer verwickelt zusammengesetzten und tief ineinandergreifenden Räderwerks. Seine Erforschung ist die Hauptaufgabe eines besonderen Zweiges der neueren Pflanzenökologie, der sog. Synökologie, geworden.

Die bewegenden Kräfte in der Lebensgemeinschaft. Jedes Mitglied der Gemeinschaft sucht in erster Linie Platz und Nahrung für sich selbst und seine Nachkommen. Das bedeutet Kampf. Dieser schon von Ch. Darwin in klassischer Weise geschilderte „Kampf ums Dasein“ spielt im Walde ganz offenbar eine besonders wichtige Rolle. Er ist hier in erster Linie ein Kampf ums Licht, um den Platz an der Sonne. Er muß sich aber bei der weitreichenden Bewurzelung der Waldbäume auch unterirdisch als Kampf um Nahrung und Wasser im Boden abspielen. In einer richtigen Lebensgemeinschaft muß aber neben dem Kampf, dem egoistischen Prinzip, auch das altruistische, die Hilfe, ergänzend und ausgleichend stehen. Auch hierfür bietet der Wald hervorragende Beispiele: Die Bäume schützen und stützen sich nicht nur gegenseitig gegen die peitschende und brechende Kraft des Windes, sie schatten sich auch mit ihrem Kronendach gegenseitig den Boden ab und halten dadurch die lästigen Unkräuter fern, sie gewähren mit ihrem Schirm nicht nur dem eignen, sondern auch dem Nachwuchs ihrer Genossen einen oft unentbehrlichen Schutz gegen vernichtende Nachtfröste. Sie schaffen überhaupt, wie wir sehen werden, ein vom Freiland ganz verschiedenes

Waldinnenklima und ganz bestimmte Bodenverhältnisse, die für manche Glieder der Gemeinschaft eine geradezu notwendige Voraussetzung des Lebens, für andere mindestens eine starke Förderung des Gedeihens bedeuten.

Kampf und Hilfe sind die beiden großen treibenden Kräfte in jeder Lebensgemeinschaft. Aus ihrem Ineinandergreifen, aus ihrer richtigen Verteilung erwächst jener zur Erhaltung notwendige Zustand, den wir „biozönotisches Gleichgewicht“ nennen.

Aber dieses Gleichgewicht ist nicht stabil, sondern fortwährenden kleinen und größeren Schwankungen unterworfen. Jeder vor Altersschwäche zusammenbrechende Baum reißt ein Loch ins Kronendach, das erst wieder langsam durch aufwachsende Jugend geschlossen wird. Aus- und einwandernde Glieder verschieben dauernd den Artenbestand der Gemeinschaft. Die Einflüsse der Außenwelt, besonders Wärme und Feuchtigkeit, begünstigen oder benachteiligen im Wechsel der Jahre bald die eine, bald die andere Artengruppe. Ja manchmal schwillt dadurch die Vermehrung und Stoßkraft einzelner Glieder bis zu einem Grade an, daß sie zur „Kalamität“, zur Lebensgefahr für den ganzen Wald werden können. Aber immer und überall sind auch Gegengewichte vorhanden, die früher oder später in Wirksamkeit treten. Auf kalte und nasse Jahre folgen wieder warme und trockene, die die bisher benachteiligten Glieder begünstigen und in den Vordergrund rücken. Massenvermehrungen einer Art rufen auch bald ihre Schädlinge und Feinde in steigendem Umfang auf den Plan, bis schließlich in gewaltigen Ausbrüchen, Epidemien, die übervermehrte Art wieder auf das normale Maß, „den eisernen Bestand“ zurückgeführt wird, wie wir das bei allen Insekten- und anderen Kalamitäten immer wieder erleben! Das Räderwerk der Biozönose ist so eingestellt, daß der Gleichgewichtszustand sich immer wieder von selbst herzustellen sucht, wenn nicht übermächtige und dauernde Einwirkungen von außen das gewaltsam verhindern.

So und nicht anders stellt sich das Wesen des Waldes dar: als eine Lebensgemeinschaft mit allen nur möglichen Arten und Graden gegenseitiger Bindung, mit Kampf und Hilfe der Glieder unter sich in allen nur denkbaren Formen, beherrscht von dem Grundsatz eines Gleichgewichtszustandes, der unter verschiedenen äußeren Bedingungen immer mehr oder minder eng begrenzte Formen (Waldtypen) annimmt, denen die Biozönose nach Störungen und Schwankungen immer wieder zustrebt.

Die Auffassung vom Wald als Organismus. Eine Übertreibung bedeutet es demgegenüber, wenn man den Wald als Organismus auffaßt, wie es die neuzeitliche Dauerwaldbewegung getan hat. Die Glieder des Waldes sind keine Organe im Sinne des Wortes (organa = Werkzeuge), die keinen Selbstzweck und keine freie Selbstbestimmung hätten, und die außer Zusammenhang mit dem Ganzen ihre Lebens- und Funktionsfähigkeit einbüßen. Der Wald wächst auch nicht wie ein Organismus von innen heraus, sondern seine Glieder finden sich in ursprünglich freier Beweglichkeit von außen zusammen, wie man das bei jeder Neubildung von Wald beobachten kann. Die Bindung ist jedenfalls überall viel lockerer als bei einem echten Organismus! Daran ist streng festzuhalten und die Bezeichnung Organismus ist abzulehnen, weil sie falsch ist und zu falschen Folgerungen führen muß¹.

Die Ökologie hat die Aufgabe, den natürlichen, standortsgemäßen Typ des Waldes als solchen zu erkennen und seine ursächlichen Zusammenhänge mit den äußeren Bedingungen zu er-

¹ Vgl. dazu Dengler: Die Stetigkeit des Waldwesens. Eine kritische Betrachtung zur Ökologie des Waldes und der Ziele der Wirtschaft. Silva 1928, H. 1.

forschen. Daraus ergibt sich dann erst das volle Verständnis der ungeheuer vielseitigen und verwickelten Erscheinungen der Lebensgemeinschaft, daraus auch erst die richtige Beurteilung aller unserer wirtschaftlichen Maßnahmen im Walde!

2. Kapitel. Die Verbreitung des Waldes auf der Erde und sein Verhältnis zu den andern Vegetationstypen.

Aus dem Aufbau des Waldes, seiner Höhe und Größe und seinem dichten Schluß geht, wie wir schon sahen, seine Wucht und Stoßkraft gegenüber den andern Vegetationstypen unmittelbar hervor. Daher setzt sich der Wald, wo überhaupt seine klimatischen Vorbedingungen gegeben sind, schließlich überall durch.

Der Wald als Schlußformation. Wir können das auch heute noch gelegentlich hier und da beobachten, wo einmal Neuland durch natürliche Ereignisse (An- oder Abschwemmungen, Erdbeben u. dgl.) entsteht oder wo der Mensch derartiges Neuland künstlich schafft (wie auf alten Kiesgruben, Steinbruchshalden, Wegeböschungen, auch auf aufgegebenen Weiden, Wiesen und Äckern, sog. Ödland). Meist bilden sich hier zuerst andere Vegetationstypen aus wie Grasfluren, Zwergstrauchheiden und Buschwerk. Aber schließlich findet sich ein Bäumchen nach dem andern ein, diese wachsen empor, schließen sich zusammen und verdrängen die waldfremden Elemente in den Unterstufen, während andere zum Walde gehörende sich ansiedeln. Schließlich findet sich bei genügender Größe der Fläche auch die Tierwelt ein. Am Ende dieser Reihenfolge, die man Sukzession genannt hat, steht als Schlußglied (Klimax) immer der Wald!

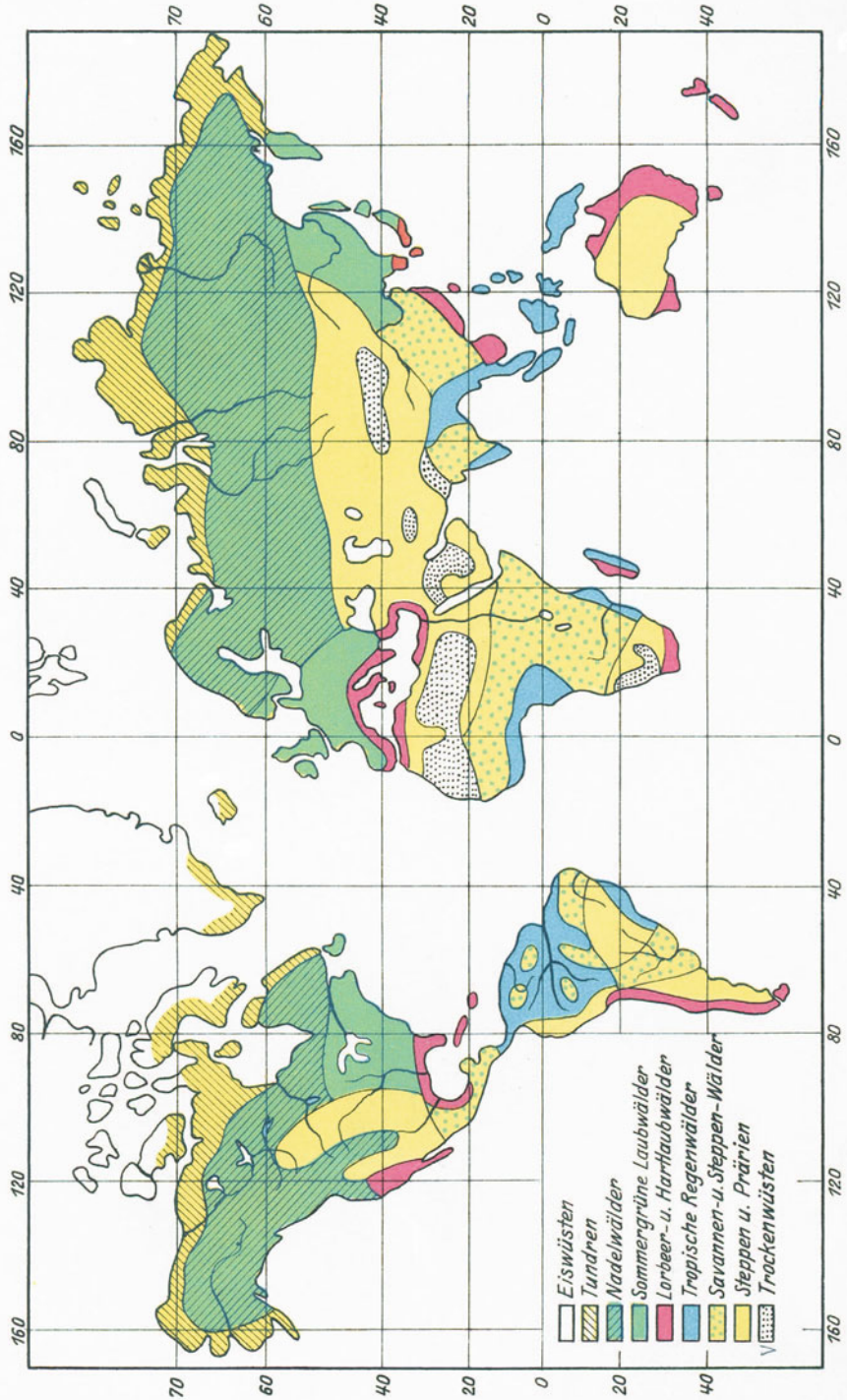
Das geht bald rascher, bald langsamer, es braucht manchmal nur Jahrzehnte, oft aber auch ein Jahrhundert und mehr. Aber es geht, wenn keine gewaltsamen Störungen eintreten, unaufhaltsam und stetig immer dem Endziel, dem Wald, entgegen.

Eines der berühmtesten Beispiele für die Einwanderung der Pflanzenwelt auf Neuland bildet die Insel Krakatau bei Java, deren Vegetation durch einen Vulkanausbruch im Jahre 1883 vollständig zerstört wurde, und deren Wiederbesiedelung genauer beobachtet wurde. Erst fanden sich Algen ein, die den Boden in feiner Schicht überzogen. In dieser keimten die ersten Farnsporen. Nach und nach kamen, durch Wasser und Vögel verschleppt, auch die höheren Blütenpflanzen an: Man fand davon 1886: 15 Arten, 1897: 56, 1906: 92. Die Wiederbesiedelung war dort durch die insulare Lage des Neulandes trotz des günstigen Klimas offenbar behindert und ging langsam vor sich. Von dem Vulkan Tamboro auf Sumbava wird dagegen berichtet, daß sich schon nach 60 Jahren wieder ein vollständig neuer geschlossener Wald eingefunden hatte¹. Über eine näher beobachtete Neubildung von Wald in unsern Breiten auf Kalkhalden am Hörselberg bei Eisenach wird folgendes berichtet²: Zuerst zeigten sich auch hier Flechten und Moose, dann Trockengräser wie Schafschwingel und einige andere krautige Pflanzen. Später traten, durch Vögel verschleppt, einzelne Sträucher wie Wacholder, Schlehen und Weißdorn auf, und nach 12 Jahren wuchsen aus dem allmählich immer dichter gewordenen Gebüsch die ersten Bäume, Sorbus-Arten, Buchen, Ahorne und Linden heraus. Diese verdrängten nun die Sträucher, die im Schatten der Waldbäume einer nach dem andern vertrockneten und eingingen. Schließlich blieben diese nur noch als Außengürtel um den heranwachsenden Wald übrig, diesem dort immer weiter vorarbeitend. Die zeitliche Aufeinanderfolge (Sukzession) kann also auch vielfach im örtlichen Nebeneinander beobachtet werden, wovon man in der Synökologie weitgehenden Gebrauch macht. Wenn es sich hier auch um einen verhältnismäßig reichen Boden (Kalk) gehandelt hat, so stand doch die erste Besiedelung ganz unter den ungünstigen Bedingungen

¹ Warming u. Gräbner: Lehrbuch der ökologischen Pflanzengeographie, S. 899.

² Senft: Der Erdboden nach Entstehung, Eigenschaften und Verhalten zur Pflanzenwelt, S. 118. Hannover 1888.

Tafel I.



der Hitze und Trockenheit solcher Böden. Daher war die Anfangsvegetation auch eine ausgeprägte Xerophyten- (Trocken-) Flora (*Parmelia*, *Barbula muralis*, *Festuca ovina*, *Koeleria cristata*, *Verbascum* u. a.).

Ein Beispiel siegreichen Vordringens von Wald in gewaltigem Umfang auf öde gewordenem Ackerland haben wir in Deutschland nach den Verwüstungen und der Entvölkerung des Dreißigjährigen Krieges gehabt, wo der Wald ganze Dorfstätten mit ihren Feldfluren wieder vollständig überzog und der Spruch entstand: „Wo der Wald dem Ritter reicht bis an den Sporn, da hat der Bauer sein Recht verlor'n!“

Das Wort unseres forstlichen Altmeisters H. Cotta, daß Deutschland, wenn es von allen Menschen verlassen würde, in 100 Jahren wieder ganz von Wald bedeckt sein würde, gilt sicher auch heute noch zu Recht!

Wald und Tundra. Wald und Steppe. In andern Gegenden der Welt, wo extreme klimatische Bedingungen herrschen, schon in einzelnen Örtlichkeiten von Europa, besitzt der Wald diese überragende Stellung in der Pflanzenwelt nicht mehr, sondern er muß sie an andere Formationen abtreten. Und diese Gebiete sind nicht gering, da die klimatischen Bedingungen auf weiten Teilen der Erde zu ungünstig für den Wald sind.

Zwei Umstände sind es vor allem, die den Wald ausschließen, einmal zu geringe Wärme, hauptsächlich in den Polargegenden, aber auch auf den höchsten Lagen der Gebirge, andererseits zu geringe Feuchtigkeit, hauptsächlich in den Trockenheitsgebieten im Innern der großen Festländer Asien, Afrika, Amerika und Australien. Das europäische Festland ist zu klein, zu gegliedert und zu vielseitig von Meeren umgeben, als daß sich hier solche Trockenheitsgebiete in großem Umfang entwickeln konnten. Nur da, wo Europa sich im Südosten an das kontinentale Innengebiet Asiens anlehnt, in Südrußland, hat sich ein solches verhältnismäßig kleines Ausschlußgebiet des Waldes gebildet, dem nach Westen zu noch einige vorgeschobene kleinere Inseln in Ungarn, auf dem Balkan und in Spanien angegliedert sind.

Es ist wohl, wie ein Blick auf die beigegebene Karte (Tafel I) lehrt, weit über die Hälfte der festen Erde, wo der Wald trotz seiner Stoßkraft von Natur fehlt, und zwar zum größten Teil aus Feuchtigkeitsmangel, nur zum kleineren aus Wärmemangel.

Da, wo die Wärmeverhältnisse zu ungünstig sind, wird der Wald allmählich immer niedriger und löst sich dann auch immer mehr in kleine Gruppen und Horste auf. Zwei wichtige Aufbaugrundlagen, Höhe und Schlußstand, gehen ihm damit verloren, und schließlich tritt an die Stelle des Waldes eine niedrige Gebüschformation, die locker und mit Gras-, Moos- und Flechtenflächen durchsetzt ist. Weiterhin bilden dann diese allein die Vegetationsdecke. So treten in hohen Breiten an die Stelle des Waldes die arktischen Tundren in Nordeuropa, Nordasien und im nördlichsten Amerika. In fast allen Hochgebirgen der Welt folgen auf den Wald nach oben auch erst Gebüsche von krüppeligen Bäumen, Krummhölzern, Alpenrosen, Zwergwacholder u. a. m. und schließlich ebenfalls nur noch aus Gräsern, Kräutern und Moosen bestehende Hochgebirgsmatten. Der Wald tritt also an seiner Wärmegrenze seine Herrschaft an Grasfluren, Moose und Flechten ab, meist mit einer kurzen Übergangszone von Gebüschtypen.

Wegen ungenügender Feuchtigkeit fehlt der Wald in weit größeren Gebieten der Erde. So dehnt sich ein solch großes, und wohl das größte waldleere Gebiet überhaupt, vom Schwarzen Meer in Südosteuropa durch ganz Mittelasien bis an die Grenzen der Mandchurei nach Osten hin aus. Es ist das Gebiet der russischen, persischen und mongolischen Steppen mit dem Kern in

der Wüste Gobi. Nach Westen stößt an dieses Gebiet ein fast ebenso großes Trockengebiet in Arabien und Nordafrika mit dem Wüstenkern der Sahara, ein kleineres findet sich noch in Südafrika mit der im Westen gelegenen Wüste Kalahari. Um alle diese Wüstengebiete herum liegen als Übergangszonen immer erst Grasfluren, Steppen, Savannen od. dgl. Weitere Ausschlußgebiete des Waldes finden wir dann noch im Innern Australiens, ferner in den Prärien Nordamerikas und den Llanos und Pampas Südamerikas (Ausdehnung und Lage dieser verschiedenen Gebiete vergleiche man auf der beigegebenen Karte).

Bezeichnend für den Übergang vom Wald zu den Trockenheitsgrasfluren ist aber, daß hier meistens nur eine Auflösung des Schlußstandes,



Abb. 1. Savannenwald (Übergangsform von Wald in Steppe). Aus dem Trockengebiet Westaustraliens. Vorn links und in der Mitte zwei Eukalyptusbäume, im Hintergrund Acacia-Arten (niedrig, mit typisch schirmförmiger Krone, sog. Schirmakazien). Phot. E. Pritzel.

weniger ein Herabsinken des Baumwuchses zum Krüppelwuchs stattfindet, und daß daher auch im allgemeinen nicht wie an der Wärmegrenze eine förmliche Gebüsch- oder Strauchformation als Übergangszone auftritt¹. Es entstehen vielmehr in den Grenzgebieten zwischen Wald und Grasflur auf großen Gebieten Zwischenformen, bei denen man kaum sagen kann, wohin man sie zu rechnen hat, ob noch zum Wald oder schon zur Grasflur (vgl. Abb. 1). Man hat diese daher auch mit Ausdrücken wie Steppenwald oder Waldsteppe bezeichnet. Eines der größten dieser Gebiete befindet sich wohl im mittleren Afrika nördlich und südlich vom Äquator, wo diese Zwischenformen, die sog. Savannenwälder, allein einen Flächenraum einnehmen, der dem von ganz Europa gleichkommen oder ihn noch übertreffen dürfte.

Ähnliche Übergangsgebilde finden sich auf kleineren Flächen auch in der äquatorialen Gegend des Innern von Südamerika unter den mannigfachsten Bezeichnungen, wie *Campos*, *Palmares*, *Catingas* u. a. m., ebenso in Südafrika im sog. Dornwald.

Es gibt hier also gewisse Gebiete, in denen offenbar ein ziemliches Gleichgewicht zwischen dem allerdings sehr locker geschlossenen Wald und der

¹ Ausnahmen hierzu vgl. weiter unten.

neben und unter ihm entwickelten Grasflur herrscht. Auch an allen übrigen Berührungslinien zwischen Wald und Grasflur sind ähnliche Zwischenbildungen vorhanden, aber meist nur schmal und rasch von der einen in die andere Form übergehend. Eine solche eigentümliche Nachbarformation des Waldes findet sich z. B. noch im nordöstlichen Asien auf der Insel Sachalin und der Halbinsel Kamtschatka, wo üppige Wiesenflächen mit ziemlich geschlossenem und hochwüchsigem Wald kleinflächenweise abwechseln und sog. Parkwäldungen (Abb. 2) bilden. Ob hierbei aber nicht doch auch menschliche Einflüsse (Weidebetrieb?) eine gewisse Rolle spielen, dürfte erst noch genauer festzustellen sein.

An verschiedenen andern Stellen stoßen aber doch auch zunächst Gebüschformationen an den Wald. So finden sich in Australien und in Südafrika solche Fälle, die wohl klimatisch



Abb. 2. Parkwald auf Sachalin. Der hohe Baumbestand von *Quercus mongolica* und *Alnus spec.* gebildet. Am Waldsaum 2–3 m hohes Gebüsch von Spiräen und einer riesigen, gerade blühenden Umbellifere (*Angelophyllum ursinum*). Zwischen den Baumgruppen üppige Wiesen. Phot. Prof. Kraßnow.

auch durch zu geringe oder doch sehr unregelmäßig verteilte Niederschläge bedingt sind (in Australien in Form des sog. Scrub, in Südafrika im sog. Dornbusch) u. a. m. Teilweise sind dabei aber wohl auch trockene (kiesige oder steinige) Böden, also edaphische Verhältnisse, mit die Ursache.

Eine besonders bekannte und gut durchforschte Strauch- und Buschformation kommt an den Küsten des Mittelmeergebietes in Spanien, Italien und auf dem Balkan vor, meist am Fuße der unmittelbar an das Meer anstoßenden Gebirge. Hier finden wir überraschenderweise oft keinen Wald, sondern dieser fängt erst etwas oberhalb an. Dort bilden dichte und vielfach übermannshohe Gebüsch von hartlaubigen oder stengelgrünen, ginsterartigen, auch vielfach stark aromatischen Sträuchern und Halbsträuchern erst einen unteren Gürtel um den Wald. Es sind dies die sog. Macchien und Gariguen. Der Erdbeerstrauch (*Arbutus unedo*), verschiedene Cistrosen, Pistazien, aber auch strauchartige immergrüne Eichen (wie *Quercus ilex* und *coccifera*) und mehrere Wacholderarten sind einige der Hauptvertreter. Man nimmt heute wohl allgemein an, daß diese Küstenstriche ehemals Wald getragen haben, und daß dieser nur durch die schon im frühen Altertum eingetretene Besiedelung und lange Waldmißhandlung verdrängt worden ist. Zum Teil läßt sich das sogar für viele Stellen aus den griechischen und lateinischen Schriftstellern noch geschichtlich nachweisen¹. Die durch die Entwaldung eingetretene ungünstige Veränderung des Bodens, insbesondere

¹ Seidensticker: Waldgeschichte des Altertums. Frankfurt a. d. O. 1886. — Sklawunos: Waldverhältnisse Griechenlands. Forstwissensch. Zbl. 1919, S. 81.

wohl die Abwaschung der Bodenkrume, haben aber dann die natürlichen Verhältnisse so einschneidend und nachhaltig verändert, daß eine natürliche Rückkehr des Waldes, ganz abgesehen von der fehlenden Schonung, die er in diesen Gebieten auch heute kaum irgendwo genießt, nicht möglich ist. Hier spielen also ganz offenbar neben klimatischen und edaphischen auch die biotischen Einflüsse, d. h. die Einwirkungen durch Tiere (Weidevieh) und den Menschen eine ausschlaggebende Rolle!

Bei vielen Waldausschlußgebieten sind gerade menschliche Einwirkungen, mindestens an ihren Rändern, von großem Einfluß gewesen und haben den Wald dort weiter zurückgedrängt, als es durch die klimatischen Bedingungen allein gegeben wäre.

Es bestehen hier noch manche Streitfragen, z. B. ob nicht ein großer Teil der nordamerikanischen Prärien ehemals bewaldet gewesen und erst durch Aushieb, Weidebetrieb und die noch heute davon unzertrennlichen Hirtenfeuer (Präriebrände) vernichtet und verdrängt worden ist. Auch bezüglich der europäischen und asiatischen Steppen sind die gleichen Fragen aufgeworfen worden. Man hat z. B. für die südrussischen Steppen aus alten von Waldbäumen hergeleiteten Ortsnamen verschiedentlich auf frühere Bewaldung mancher heute waldfreien Gebiete schließen können¹.

Von einer der großen kaukasischen Steppen, der Mugansteppe am Kaspischen Meer, wo heute weit und breit kein Baum mehr vorkommt, wird in alten armenischen Geschichtswerken berichtet, daß dort zur Zeit der Mongolenzüge Dschingis-Chan mit seinen Scharen in einem großen Wald kampiert haben soll, der sogar Schutz vor den strengen Winterstürmen gewährt hätte, also doch ein richtiger geschlossener Wald gewesen sein muß².

Man wird aber trotz mancher hier im einzelnen feststehenden Tatsachen mit der Verallgemeinerung nicht so weit gehen dürfen, das Vorhandensein von Steppen oder ähnlicher waldfreier Gebiete nun überall nur auf menschliche Einflüsse zurückführen zu wollen. Hiergegen spricht die ebenfalls geschichtlich feststehende Tatsache, daß schon im frühesten Altertum in Asien und Afrika große Wüsten vorhanden waren, zu denen die Steppe oder Savanne eben nur einen ganz natürlichen Übergangstyp bildet. Ferner spricht für die Natürlichkeit dieser Trockenformen der Vegetation auch die Ausbildung typischer Steppenpflanzen und Steppentiere, deren Entstehung man sich eben nur auf der freien Steppe und nicht im dunklen geschlossenen Walde erklären kann.

Wald und Heide. Viel fraglicher erscheint die Natürlichkeit einer andern im milden, ozeanischen Klimagebiet Europas vertretenen Nachbarformation des Waldes, die in der Forstwirtschaft Deutschlands eine sehr wichtige und viel umstrittene Rolle spielt, nämlich der Heide.

Echte Heidegebiete, d. h. baumlose Zwergstrauchformationen, in der Hauptsache von *Calluna* gebildet, aber auch von Wacholder, Ginsterarten, Gagelstrauch (*Myrica gale*), Glockenheide (*Erica tetralix*) und vielen andern charakteristischen Pflanzen durchsetzt, finden sich in Deutschland hauptsächlich im Nordwesten, wo die bekannte Lüneburger Heide das größte zusammenhängende Gebiet derselben bei uns darstellt (vgl. Abb. 3). Dieses setzt sich nach Norden in die jütländische Halbinsel fort und streicht, nach Osten abklingend, durch die Priegnitz und Mecklenburg in einem schmalen Streifen an der ganzen Ostseeküste entlang aus. Ein abgetrenntes Gebiet findet sich dann noch in der Niederlausitz. Die Behauptung, daß dieser Vegetationstyp auch in seinem Hauptgebiet, im Lüneburgischen, lediglich auf Einwirkung des Menschen zurückzuführen sei, hat am schärfsten Bernhard Borggreve in seiner 1875 erschienenen Schrift „Haide und Wald“ vertreten. Seiner Ansicht und seinen Beobachtungen nach ist die Heide, die ja auch im lichten Walde wächst, überall erst nach Abtrieb aus diesem entstanden, und das Wiederaufkommen des Waldes

¹ Vgl. hierzu Fr. Th. Köppen: Geographische Verbreitung der Holzgewächse des europäischen Rußland Bd. 2, S. 462. Petersburg 1889.

² Keßler: Z. f. Forst- u. Jagdwes. 1881, S. 322.

wird nur durch die dort übliche Schafweide (Haid schnucken) und den zur Streugewinnung angewendeten Plaggenhieb verhindert. Er führt zum Beweis seiner Anschauung die Erfahrung der Heidebauern an, die da, wo sie wieder Wald haben wollen, nur die Schafe nicht mehr weiden lassen und den Plaggenhieb einstellen, um in 10 oder 20 Jahren „ganz von selbst“ wieder den Wald zu haben.

Mit geschichtlichen Gründen hat auch E. H. L. Krause¹ die Ansicht verfochten, daß die Heide wenigstens größtenteils ehemals Wald gewesen wäre. Er konnte für viele Gebiete, die heute Heide sind, in früh- und spätmittelalterlicher Zeit das Vorhandensein großer Waldungen nachweisen, will aber daneben doch das gelegentliche frühgeschichtliche Vorkommen echter, offener Heiden neben Heidewäldern nicht ganz bestreiten.

Demgegenüber hat P. Gräbner² gegen die Borggreve-Krausesche Theorie von der künstlichen Entstehung und Erhaltung der Heide durch den Menschen eingewendet, daß die trockneren Böden, die im Westen da, wo der



Abb. 3. Wilde, freie Heide. Biengrund bei Wilsede (Naturschutzgebiet bei Lüneburg). Neben dem Wege Kiefernflug, in der Mitte mit Wacholdergruppe. Ringsum kniehohe, blühende Heide. Phot. G. Matthes.

Wald fehlt, die Heide als geschlossene Pflanzendecke tragen, im Osten nur steppenähnliche Vegetation (Angergräser mit nur zerstreuter *Calluna*-Beimischung) aufweisen, und daß auf feuchten Stellen auch das typische Heidemoor des Westens dem Osten ganz fehlt.

Das braucht aber keineswegs gegen die künstliche Entstehung der Heide zu sprechen, da die klimatischen Unterschiede, die Gräbner selbst ja stark betont, auch nach künstlich eingetretener Waldvernichtung in Ost und West ganz verschiedene Pflanzengesellschaften nach sich ziehen konnten. Die *Calluna* hat eben im Osten nicht mehr dieselben günstigen Lebensbedingungen wie im Nordwesten, wo sie überall weit höheren und üppigeren Wuchs zeigt als im Osten. Auch die von Gräbner betonte Tatsache, daß die echten Heiden immer eine große Reihe typischer Begleitpflanzen besitzen, die außerhalb derselben mehr oder minder fehlen, und daß andererseits eine Reihe von charakteristischen Pflanzen, die im Osten das offene Gelände besonders auf sonnigen Hügeln besiedeln (die sog. pontische Hügel flora), in den Heidegebieten ganz fehlen, kann für deren Ursprünglichkeit nicht entscheidend sein.

Die Heidebegleitpflanzen könnten sich im Westen vor Entstehung der Heiden an kleineren offenen Stellen, insbesondere an Flußuferhängen und Moorrändern, gehalten haben und erst von da aus in die später durch Abtrieb und Brände entstandenen offenen Großflächen der heutigen Heide eingewandert sein. Und daß die pontischen und andere östliche

¹ Englers bot. Jb. 1892, S. 517 ff.

² Gräbner, P.: Die Heide Norddeutschlands, 2. Aufl. 1925.

Florenelemente nicht in sie eingedrungen sind, ist doch ganz offenbar nur den klimatischen Unterschieden zwischen dem deutschen Osten und Westen zuzuschreiben. Die Linie Braunschweig—Priegnitz—Ostseeküste ist ganz allgemein eine Scheidelinie zwischen atlantischen Pflanzen und solchen östlicher Herkunft.

Unbedingt abzuweisen ist Gräbners Anschauung, daß die Heide Nordwestdeutschlands durch Nährstoffmangel im Boden natürlich begründet sei, und daß der Wald bei Aufforstung solcher Heideböden infolgedessen immer kümmern müsse. Das widerlegen schon die inzwischen erfolgten zahlreichen Umwandlungen ehemaligen Heidebodens in fruchtbares Ackerland, ja sogar Weizenfelder, aber auch viele gelungenen Aufforstungen¹. Wahrscheinlich ist in diesem Streit der Meinungen die Stellungnahme beider Gegner zu einseitig. Nicht zu bestreiten ist, daß ein sehr großer Teil der heutigen Heide auf alten Waldgebieten stockt, die erst durch Waldverwüstungen in Ödland und Heide übergegangen sind². Andererseits spricht die schon von Krause hervorgehobene Tatsache, daß im Lüneburger Heidegebiet sich eine besonders dichte Zusammenlagerung vorgeschichtlicher Siedelungen und Gräber findet, für ein natürliches Vorhandensein offener oder doch lichter Stellen, denen man bei den ersten Ansiedelungen immer den Vorzug vor dem dichten Urwald gegeben hat. Auch hat Sarauw³ im südlichen Jütland Gräber aus der jüngeren Steinzeit gefunden, die nach Ansicht der Prähistoriker nicht im Walde, sondern in offener Landschaft angelegt sein müssen, und ebensolche Gräber aus der Bronzezeit, die sogar aus Heideplaggen auf Heideboden aufgebaut waren. Somit dürfte wohl ursprünglich Wald und Heide nebeneinander vorgekommen sein. Es ist hier offenbar ein altes natürliches Übergangsgebiet des Waldes, wo beide Formen sich mischten und kleine standörtliche Unterschiede sofort einen Ausschlag nach der einen oder andren Richtung hin gegeben haben. Das erklärt auch die große Empfindlichkeit des Waldes, die dieser dort auch auf alten Waldböden noch heute jedem Mißgriff der Wirtschaft gegenüber zeigt. Wald und Heide befinden sich hier in einem äußerst labilen Gleichgewichtszustand.

Wald und Hochmoor. Es ist aber bei uns auch noch ein anderer Vegetationstyp, der im kühleren, feuchten Gebiet dem Walde gefährlich werden kann und auf dessen Umsichgreifen auch die neuzeitliche Forstwirtschaft ein besonders wachsames Augenmerk haben muß. Es ist das Hochmoor. Dieser in der Hauptsache aus sog. Torf- oder Weißmoosen, Sphagnum-Arten, gebildete Vegetationstyp findet sich meist inselartig auf nassen Standorten, wie abflußlosen Mulden und Senken im Wald des nördlichen Europas. In der Ebene treten die Hochmoore vom norddeutschen Tiefland aus nach Osten mit zunehmender Häufigkeit und Ausdehnung auf (baltische Randstaaten, Rußland), ebenfalls auch nach Norden zu (Finnland, Skandinavien). Im Gebirge finden sie sich gern auf kalten, nassen Plateaus, Terrassen, Rücken und Kuppen und gehen hier recht weit südlich (z. B. noch bis auf die Balkanhalbinsel). Die Sphagneen zeichnen sich ökologisch dadurch aus, daß sie ganz vom Boden und der Bodenfeuchtigkeit unabhängig sind, und nur vom Niederschlagswasser leben, das sie ungemein zäh durch besondere wasserspeichernde Tonnenzellen festhalten. Sie haben ein lebhaftes Spitzenwachstum, das sich auf den unterliegenden abgestorbenen Teilen vollzieht und oft zu Torfbildungen führt, die mehrere Meter hoch werden. Die in der Mitte des Hochmoores befindlichen

¹ Näheres zu dieser Frage bei Erdmann: Die Heideaufforstung. Berlin 1904. — Die Nordwestdeutsche Heide in forstlicher Beziehung. Berlin 1907.

² Vgl. hierzu E. H. L. Krause (a. a. O.) und A. Zimmermann (Z. f. Forst- u. Jagdwes. 1908), wo sehr drastische Beispiele der früher üblichen Mißwirtschaft im Lüneburger Heidegebiet geschildert werden.

³ Referat von Krause in den Beih. z. botan. Zbl. 1908.

älteren Teile liegen daher meist etwas höher, und das Moor flacht sich uhrglasartig nach den Rändern zu ab, wo bei gegebenen Standortsbedingungen dann oft ein schleichendes Weiterwachstum in die Nachbarschaft stattfindet, die meist der Wald, und zwar der Nadelwald, bildet. Ganz besonders gefährlich werden die Sphagneen durch die Sauerstoffarmut und den Sauerstoffabschluß, den sie unter sich im Boden hervorrufen und wodurch sie die Wurzeln der Waldbäume langsam zum Ersticken bringen können. (Sehr schöne Untersuchungen hierüber wie über die ganze Entwicklung der Hochmoore verdanken wir insbesondere den nordischen Forschern, wie Hesselman, Stockholm¹, Romell² und Malmström³, aber auch dem deutschen Botaniker C. A. Weber, Bremen⁴.)



Abb. 4. Versumpfender Wald (Finnland). (Nach Dr. Schreiber.)

Die Abb. 4 zeigt ein charakteristisches Bild eines solchen nordischen Hochmoores mit absterbendem Wald und Abb. 5 den inneren Aufbau eines deutschen Gebirghochmoores und dessen jahrtausendlang besonders bergabwärts fortschreitende Entwicklung in den umgebenden Fichtenwald hinein.

Auch hier hat sich, wie sehr oft, das Hochmoor zunächst über einer abflußlosen Senke *A* auf einer Gebirgsterrasse über einem nährstoffreichen Niedermoor von Riedgräsern gebildet, ist dann aber mit einer säkularen Stockung bei *D*, der sog. Grenztorf-

¹ Hesselman: Über den Sauerstoffgehalt des Bodenwassers und dessen Einwirkung auf die Versumpfung des Bodens und das Wachstum des Waldes. Mitt. d. forstl. Versuchsanst. Schwedens Bd. 7.

² Romell: Die Bodenventilation als ökologischer Faktor. Mitt. d. forstl. Versuchsanst. Schwedens Bd. 19.

³ Malmström: Degerö Stormyr. Eine botanische, hydrologische und entwicklungsgeschichtliche Untersuchung eines nordschwedischen Moorkomplexes. Mitt. d. forstl. Versuchsanst. Schwedens 1923, H. 20.

⁴ Weber, C. A.: Über die Vegetation und Entstehung des Hochmoors von Augstumal im Memeldelta. Berlin 1902. — Aufbau und Vegetation der Hochmoore Norddeutschlands. Englers Jb. 1907, Beibl.

schicht (aus Heide oder Wollgras mit Sphagnum gemischt) immer höher und weiter nach außen zu gewachsen.

Manche unserer Hochmoore scheinen sich auch heute noch in weiterem Vordringen zu befinden, wie das z. B. von Baumann für die Umgebung des Forchenseemoors in Bayern nachgewiesen ist¹. Andere sind durch lokale Geländeverhältnisse, z. B. Einbettung zwischen steil ansteigende Uferländer, durch natürlichen Wasserabfluß oder auch infolge künstlicher Entwässerung zum Stillstand oder Rückgang gelangt. Auch periodische Schwankungen in den Niederschlagsverhältnissen schaffen hier stark wechselnde Möglichkeiten.

Bedenklich für den Wald scheint auch das Auftreten von Sphagneen auf Waldboden abseits oder doch in einiger Entfernung vom eigentlichen Hochmoor, wie es in nordischen Wäldern, aber auch in unseren Gebirgswäldern vielfach beobachtet und als Versumpfungsfahr des Waldes bezeichnet wird.

Die skandinavische forstliche Literatur ist voll von Hinweisen darauf, aber auch in der deutschen Literatur findet neuerdings diese Erscheinung eine immer zunehmende Beachtung und Erwähnung. Es sind fast immer Fichtenbestände

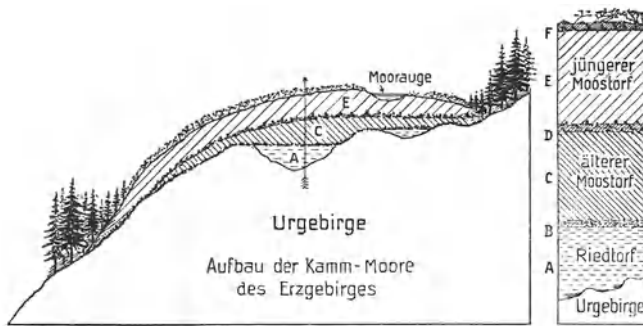


Abb. 5. Durchschnitt durch ein Gebirgshochmoor. Schematisiert und stark überhöht. (Nach H. Schreiber.) Entstehung über zwei nassen Senken bei A und rechts daneben (Niederungsmoor). Später Übergang in Hochmoor (C) und seitliche Ausbreitung. Zwischen C und E Stillstand der Moorbildung (sog. Grenzhorizont bei D). Später erneuter Beginn der Vermoorung (E) und seitliches Eindringen in den umgebenden Fichtenwald, besonders hangabwärts.

in kühler, niederschlagsreicher Lage und auf untätigem, kalkarmem Boden, wo sich derartige Sphagnum-Bildung in kleineren oder größeren Flecken zeigt. Bei uns hat Kautz² für den Harz zuerst auf die Wichtigkeit und den Ernst dieses Vorganges aufmerksam gemacht, der sich heute dort auch schon in den mittleren Lagen zeigt, wo ehemals noch die Buche dem Fichtenbestand beigesellt war. Auf dem von der

Fichte so leicht gebildeten starken und sauren Rohhumus stellen sich zunächst dichte Polster von Polytrichum-Moosen ein, die gewöhnlich die Vorläufer der nachfolgenden Sphagneen bilden. Kautz empfiehlt dagegen vor allem die Erhaltung und möglichste Wiedereinbringung der Buche, wo sie natürlich noch fortkommt, da schon eine geringe Laubdecke, wie man unter jeder eingesprengten Buche beobachten könne, das beste Hindernis gegen die Bildung der Polytrichum-Polster und damit auch gegen die Sphagneen-Einwanderung bilde. In anderen deutschen Mittelgebirgen, z. B. im Solling und Wesergebirge, finden sich in höheren Plateaulagen ähnliche Versumpfungsanfänge ebenfalls in reinen Fichtenbeständen, die dort überall an Stelle des ehemals allein einheimischen Laubholzes getreten sind. Sie rufen z. T. Wuchstockungen und Kümmerungserscheinungen im Waldbestand hervor. Im hohen Schwarzwald treten derartige Bildungen sogar unter der sonst viel bodenpflegerischeren Weißtanne und in Fichten x Tannemischbeständen auf, z. B. in Langenbrand. Sie werden dort durch Abgabe der Sphagnum-Decken als Streu für die

¹ Forstl. naturwiss. Z. 1898, S. 71.

² Kautz: Waldkultur und Wasserpflge im Harz. Z. f. Forst- u. Jagdwes. Bd. 41, S. 157ff. (1909).

Ställe und durch Bodenbearbeitung nach Möglichkeit bekämpft. In manchen Fällen hat wohl auch unvorsichtige oder durch Sturm bewirkte Entwaldung zu solchen Versumpfungerscheinungen geführt, indem nach dem Aufhören des Wasserentzuges durch den Waldbestand sich ein Feuchtigkeitsüberschuß in der obersten Bodenschicht einstellte, der die Einwanderung der Sphagneen begünstigt hat. So berichtet Leythäuser¹, daß im Bayrischen Wald nach den riesigen Sturmverheerungen vom Jahre 1870 auf Tausenden von Hektaren sich eine beginnende Versumpfung durch Bildung von Sphagnum-Polstern auf Stellen gezeigt habe, wo diese vorher ganz gefehlt hätten. In dem sehr viel milderen und wärmeren, aber auch recht niederschlagsreichen Klima von Nordwestdeutschland, wo sich ja gerade auch viele ältere und neuere Hochmoore großen Umfanges befinden, hat Erdmann auch für den Kiefern- und Fichtenwald unter bestimmten Bedingungen (starke Rohhumusbildung auf kalkarmem, untätigem Boden) eine solche drohende Versumpfungsfahr beobachten wollen und durch einige sehr auffällige Beispiele in seinem Revier Neubruchhausen (jetzt Erdmannshausen genannt) belegt. Doch ist von anderer Seite einschränkend darauf hingewiesen worden, daß es sich bei diesen Beispielen wohl nur um besonders örtlich beschränkte und bedingte Ausnahmefälle handele, in denen sich undurchlässige Schichten im nahen Untergrund fanden².

Erwähnt sei hier auch noch, daß man auf dem Grunde vieler durch Torfstich abgebauten Hochmoore in Nord- und Nordwestdeutschland große, dicht beieinanderstehende Nadelholzstöcke oder auch ganze Lager von solchen Stämmen gefunden hat, die hier und da angekohlt waren. Man glaubt daher, daß diese Moore sich einstmals ebenso nach Entwaldung durch Katastrophen (Brände, Sturm od. dgl.) gebildet haben müssen, wie wir das in dem oben angeführten Beispiel aus dem Bayrischen Wald gesehen haben. Diese fossilen Zeugnisse lassen sich aber nicht ohne weiteres auf die Verhältnisse der Jetztzeit übertragen, da es sich um sehr weit zurückliegende Perioden mit ganz anderem Klimacharakter gehandelt haben dürfte (vgl. hierzu S. 90).

Jedenfalls kann das Hochmoor wohl in kühlen Lagen und unter bestimmten ungünstigen Bedingungen auch heute noch ein ernster und gefährlicher Konkurrent des Waldes werden, der seine sonstige führende Rolle in der Pflanzenwelt bedrohen kann. Es ist besonders eigenartig, daß hier ein so winziges und zartes Gewächs wie ein Moos einem so starken und riesenhaften Gebilde wie einem Waldbaum gefährlich werden kann. Es ist also Größe und Schlußstand nicht immer ein wirksames Mittel im Kampf um das Dasein. Manchmal wird auch das Kleine stark und unüberwindlich.

Man wird aber auch in der Frage der Versumpfungsfahr nicht verallgemeinern und übertreiben dürfen, indem man jeden reinen Fichtenbestand unserer Gebirge oder jeden Kiefernbestand in Nordwestdeutschland als unrettbar der Versumpfung verfallen ansieht. Reine Fichtenbestände gibt es sicher schon seit Jahrtausenden in unseren Gebirgswaldungen. Und auch reine Kiefern- und Fichtenbestände in Nordwestdeutschland (vgl. hierzu S. 55 u. 61). Da aber eine Klimaveränderung, wenigstens für die letzten Jahrhunderte, weder aus den historisch nachweisbaren Pflanzenverbreitungslinien noch aus den meteorologischen Messungen nachweisbar ist, so wäre nicht abzusehen, warum jetzt plötzlich der Wald einer Versumpfung im großen entgegengehen sollte, der er unter den gleichen Bedingungen in jahrtausendelanger Vorzeit nicht unterlegen ist. Es wird sich dabei wohl immer mehr um Sonderfälle und engbeschränkte Örtlichkeiten handeln, die allerdings aufmerksamste Beobachtung und besondere

¹ Forstwiss. Zbl. 1892, S. 325.

² Hassenkamp: Der Einfluß von Standort und Wirtschaft in der Oberförsterei Erdmannshausen. Z. f. Forst- u. Jagdwes. 1928, S. 13. — Krauß: Schwankungen des Kalkgehaltes im Rotbuchenlaub auf verschiedenem Standort. Forstwiss. Zbl. 1926, S. 424.

wirtschaftliche Vorsichtsmaßnahmen erfordern. Im allgemeinen wird man in den mittleren Lagen unserer Gebirge und im nordwestdeutschen Flachlande die Vorherrschaft des Waldes im ganzen kaum als ernstlich bedroht anzusehen brauchen. Genaue Beobachtungen und Aufnahmen von Wachstum und Weiterentwicklung von Sphagnum-Flächen im Wald werden diese ganze Frage erst noch klären und zur Entscheidung bringen müssen. Auch nach den sehr sorgfältigen Untersuchungen in Schweden¹ ist der Fortgang der Versumpfung an den Hochmoor-rändern dort seit Jahrtausenden nur sehr gering und immer örtlich bedingt gewesen (Tieflagen, Abflußmangel u. dgl.).

Wiedergewinnung des Waldes auf Ödland. Ist der Wald auch im ganzen die mächtigste und kraftvollste aller Vegetationstypen, so scheint sein Bestand doch auch bei uns hier und da wohl gefährdet. Seine Grenzen zu wahren und für den Wald zu erhalten, ist bei dem wachsenden Mangel an Holz die ernste Pflicht einer vorausschauenden Wirtschaft in der ganzen Welt. Da, wo diese Grenzen durch menschliche Einflüsse, insbesondere durch Waldbrände, unregelmäßige Weidewirtschaft u. a. m., zugunsten anderer, für die Wirtschaft minderwertiger Typen (Steppen, Heiden, Macchien) verschoben und nachweisbar zurückgedrängt worden sind, tritt in der Neuzeit mehr und mehr die Frage der Wiedergewinnung durch Aufforstung in den Vordergrund. Länder mit alter, intensiver Forstwirtschaft haben diese Aufgabe schon lange erkannt und aufgegriffen. Mit Genugtuung können wir feststellen, daß Deutschland hier seit Jahrhunderten eifrig und mit Erfolg tätig gewesen ist. Aber auch in Ländern, in denen diese Aufgabe trotz Waldarmut lange vernachlässigt gewesen ist, regt es sich heute, und setzen Wiederaufforstungsbestrebungen ein (Spanien, Italien u. a.). Es gilt aber auch hier die allgemeine Wahrheit, daß das Bestehende viel leichter zu erhalten ist, als das einmal Verlorene wieder zurückzugewinnen!

3. Kapitel. Die hauptsächlichsten Waldformen und ihre Verbreitung über die Erde (Waldzonen).

Wenn im folgenden die verschiedenen Waldformen der Erde einer vergleichenden Betrachtung unterzogen werden, so kann es sich dabei nur um eine kurze und skizzenhafte Darstellung handeln, die nur die Haupttypen und ihre Grundzüge hervorhebt, um wenigstens eine Übersicht und Vorstellung von der Fülle und dem Formenreichtum des Waldes zu geben. Für eine tiefer eindringende Kenntnis muß auf die einschlägige Literatur, insbesondere auf die klassischen Werke von Schimper und Warming, verwiesen werden, in denen auch eine große Zahl von hervorragend schönen und fesselnden Abbildungen das ersetzt und ergänzt, was auch die eingehendste Schilderung nur ungenügend darzustellen vermag.

Übersicht und Einteilung. Wenn man die Waldformen zunächst einmal nach den größten Zügen ihrer Physiognomie unterscheiden will, so kann man sie in Laub- und Nadelwälder trennen, je nachdem sie aus Bäumen mit mehr oder weniger breiten, flächenartig entwickelten Assimilationsorganen bestehen oder aus solchen, bei denen diese Organe stark reduziert und nadelähnlich ausgebildet sind. Man hat im allgemeinen in dieser Verschiedenheit eine Anpassung an die Verdunstung und damit an die Feuchtigkeitsverhältnisse des Standortes gesehen. Nun ist es wohl zweifellos, daß das breitflächige Laub-

¹ Malmström: Degerö Stormyr. Eine botanische, hydrologische und entwicklungsgeschichtliche Untersuchung eines nordschwedischen Moorkomplexes. Mitt. d. schwed. forstl. Versuchsanst. 1923, H. 20.

blatt mehr zu starker Verdunstung geeignet ist als die Nadel, die schon allein in ihrer Form einen gewissen Verdunstungsschutz besitzt. Es gibt aber doch noch vielerlei andere Mittel, um die Verdunstung zu regeln (Stärke der Epidermis, Bau der Spaltöffnungen, Behaarung u. a. m.). Außerdem können sich die Laubbäume ja durch zeitweiligen Blattabwurf gegen Dürreperioden schützen, wie das gerade in den ausgesprochensten Trockengebieten der Fall ist, in denen gerade Laubhölzer mit solchen Trockenschutzeinrichtungen (*Xerophyten*) auftreten, während die eigentlichen Nadelhölzer dort fehlen! Außerdem sind die hauptsächlichsten Gattungen der Nadelhölzer, wie Fichten, Tannen, Tsugen, Kryptomerien u. a. m., sogar gerade Bewohner ziemlich feuchter Standorte. Es müssen also noch andere ökologische Beziehungen für die Nadelform mitsprechen, auf die noch später zurückzukommen sein wird. Es muß in der Ausdeutung von solchen Anpassungserscheinungen überhaupt immer vor Einseitigkeit gewarnt werden. In der Natur führen meist viele Wege zu einem Ziel, und ein Weg dient oft vielen Zwecken!

Immerhin kann uns die Unterscheidung von Laub- und Nadelwäldern doch schon einen, wenn auch etwas rohen und mehr physiognomischen Gesichtspunkt für eine Einteilung bieten.

Unter den Laubwaldungen haben wir dann immergrüne und nur periodischgrüne zu unterscheiden. Auch die immergrünen wechseln ihr Laub, aber meist allmählich und unauffällig, wenn schon eine neue Belaubung da ist, oder so rasch, daß der Wechsel kaum merkbar wird. Die periodisch grünen aber zeigen eine ausgeprägt belaubte und eine unbelaubte Zeit in deutlicher Abhängigkeit von klimatischen Verschiedenheiten innerhalb eines Jahres.

Die Nadelbäume sind im allgemeinen immergrün. Auch sie stoßen die älteren Nadeln ab, oft ebenfalls zu bestimmten Jahreszeiten, aber doch immer nur so, daß sie daneben zur gleichen Zeit ein volles grünes Kleid von jüngeren Nadeln besitzen. Nur die Gattung *Larix* in ihren verschiedenen Arten macht überall auf der Erde hiervon eine merkwürdige Ausnahme und zeigt damit eine Sonderstellung, die auf Annäherung an die periodisch grünen Laubhölzer hinweist. Auch die amerikanische Sumpfpypresse (*Taxodium distichum*) wechselt ihre Banelung, indem sie ihre vorjährigen Triebe abwirft.

Unter diesen Hauptgesichtspunkten lassen sich dann die Waldtypen der Erde etwa wie folgt einteilen¹:

A. Laubwälder.

I. Immergrüne.

1. Tropische und subtropische Regenwälder, in immer heißen und immer feuchten Gebieten.

2. Lorbeer- und Hartlaubwälder, in mehr oder weniger sommerwarmen und sommertrockenen, wintermilden und winterfeuchten Gebieten.

II. Periodisch grüne.

1. Sommerwälder, in Gebieten mit mäßig warmem Sommer und kühlem Winter mit ziemlich gleich verteilter Feuchtigkeit.

2. Winter- oder Monsunwälder, in immer heißen, aber sommertrockenen und winterfeuchten Gebieten.

¹ Mit Rücksicht auf den Zweck einer kurzen Übersicht ist hier eine zusammenfassende, von den pflanzengeographischen Werken etwas abweichende Gruppierung gewählt worden.

B. Nadelwälder.

In der Regel immergrün, in Gebieten mit ausgeprägt strengem Winter, kühlem bis mäßig warmem Sommer und ziemlich gleich verteilter mäßiger Feuchtigkeit.

(Die klimatische Charakterisierung ist hier nur ganz allgemein gehalten und gibt nur die Hauptpunkte. Im einzelnen finden sich manche Abweichungen und Übergänge.)

Im Anschluß an die obigen Hauptformen werden dann noch einige Neben- und Übergangsformen kurz zu besprechen sein. Zur Übersicht über die Verteilung der einzelnen Waldformen auf der Erde wird auf die Karte Tafel I verwiesen.

1. Der tropische und subtropische Regenwald. Der tropische Regenwald ist vom ökologischen Standpunkt aus unzweifelhaft die üppigste aller Waldformen und die höchste Stufe der Biozönose des Waldes. Hier findet die Lebensgemeinschaft mit ihren treibenden Kräften Kampf und Hilfe in allen nur denkbaren Formen und Stufen ihren nicht mehr zu übersteigenden Höhepunkt. Ganz anders vom forstwirtschaftlichen Gesichtspunkt aus. Da ist die Gesamtholzerzeugung, soweit wir darüber zahlenmäßige Angaben besitzen, durchaus nicht überwältigend groß, besonders aber nicht die Nutzholzerzeugung wegen der teilweise geringen Holzqualität und schlechter Stammausformung.

So fand man bei genauen Massenaufnahmen auf Probeflächen im Kameruner Urwald nur etwa 640—990 fm je Hektar und an nutzbarer Schaftmasse nur 180—520 fm bei einer Stammzahl von 340—640 Stück. Gute und starke Nutzstämme fanden sich meist nur in ganz geringer Zahl, oft nur 1—2 Stück je Hektar¹!

Die Aufarbeitung des Holzes ist wegen der vielen Schlinggewächse und des dichten Unterholzes erschwert und sehr kostspielig, zumal die wirklich wertvollen Nutzholzarten oft nur ganz zerstreut vorkommen. Jedenfalls wird der tropische Regenwald in seinem wirtschaftlichen Wert von manchen sommergrünen Laubwaldungen und vielen Nadelwaldungen kühlerer Klimate erheblich übertroffen. Vielfach spielt heute überhaupt nicht die Holznutzung, sondern gewisse Nebennutzungen (Kautschukgewinnung, Öl- u. a. Früchte, Drogen und Arzneimittel) in ihm die wirtschaftliche Hauptrolle. Meist sind diese Waldungen dann auch kein unberührter Urwald mehr, sondern ein von diesem schon ziemlich verschiedener, anders zusammengesetzter Folgewald (second growth).

Der tropische Urwald zeichnet sich zunächst durch die Vielheit seiner Schichten aus. Allein 4—5 Baumstockwerke kann man oft in ihm unterscheiden, unter denen an allen etwas lichter Stellen noch eine Strauch- und Kräuterschicht auftritt. Das Profil, der Aufriß der Bestockung, ist daher im Gegensatz zu den meisten anderen Waldformen unruhig und zackig (Abb. 6). Seine Hauptursache hat das in der ungeheuren Fülle von Holzarten, die den Bestand auf kleinster Fläche zusammensetzen. So fanden Jentsch und Büsgen² im Kameruner Urwald auf mehreren Probeflächen von je $\frac{1}{2}$ ha im ganzen mehrere Hunderte von Arten und auf der einzelnen Fläche allein 60—80 Arten. Wenige Baumriesen von 50—70 m Höhe ragen meist zerstreut über die große Mehrheit der Stämme 2. und 3. Stufe mit 30—50 m heraus, und darunter bilden dann meist wieder weniger zahlreiche niedrigere Bäume, auf der Abb. 6 z. B. die Palme *Euterpe edulis*, und besonders feuchtigkeits-

¹ Büsgen: Der Kameruner Küstenwald. Z. f. Forst- u. Jagdwes. 1910, S. 264.

² Z. f. Forst- u. Jagdwes. 1910, S. 264ff.

liebende und schattenertragende Arten, wie z. B. die Zykadeen oder Baumfarne, die unterste Stufe des Baumbestandes. Die Stammbildung ist, abgesehen von den Riesebäumen der obersten Stufe, meist nicht allzu dick, oft sogar unverhältnismäßig dünn und nicht sehr gerade. Die Verzweigung ist gering, bei Palmen, Baumfarnen u. a. Schopfbäumen fehlt sie sogar gänzlich. Die Krone ist auch nicht groß, sondern eher etwas kümmerlich und locker. Daher ist auch der Schatten des tropischen Urwaldes durchaus nicht ganz tief, sondern es herrscht in ihm ein grünes Dämmerlicht, woran auch die meist glatte und glänzende, das Licht zurückwerfende Oberfläche des Laubes mitwirkt („Glanzlichter des Tropenwaldes“). Die Farbe der Blätter ist sehr wechselnd. Doch herrscht im allgemeinen nicht das saftige Grün unserer Laubhölzer vor, sondern mehr



Abb. 6. Tropischer Regenwald bei Blumenau (Brasilien). Zackiges Profil und reiche Schichtung. Die in der 3. Schicht auftretende Palme ist *Euterpe edulis*. Darunter noch 1 Baumschicht. Verhältnismäßig dünne Stämme, geringe Verzweigung. (Phot. H. Schenck.)

gelbliche und bräunliche Töne. Sehr verschieden ist auch Blattform und Blattgröße. Neben einfachen, ganzrandigen kommen auch gezähnte, gelappte und gefiederte, neben länglichen und schmalen auch elliptische, runde und fächerförmige Blätter in bunter Mischung durcheinander vor. Die Blattgröße ist oft nur so klein wie bei uns, erreicht aber bei einzelnen Arten, wie Palmen und Bananen Längen von 1 m und mehr. Hängende Blätter und Blattspitzen (sog. Träufelspitzen) geben das viele überschüssige Wasser nach unten weiter. Geschützte Knospen fehlen.

Die Blüten der Bäume sind im Gegensatz zu denen kühlerer Klimate nicht auf Windbestäubung, sondern auf die Übertragung des Pollens durch die zahlreichen Insekten (Schmetterlinge), aber auch Vögel (Kolibri) eingerichtet. Eine ganz besonders eigenartige Erscheinung ist die Blüten- und Fruchtbildung einzelner Baumarten unmittelbar am Stamm und an unteren Seitenästen (sog. Cauliflorie). Über die Wurzelbildung (Tiefe der durchwurzelten Schicht, Ausbildung von Haupt-, Seiten- und Faserwurzeln, Wurzel-

symbiose mit Pilzen, sog. Mykotropie) wissen wir wenig. Bekannt und auffällig ist nur die oft sehr starke Ausbildung des untersten Stammteiles am Wurzelhals

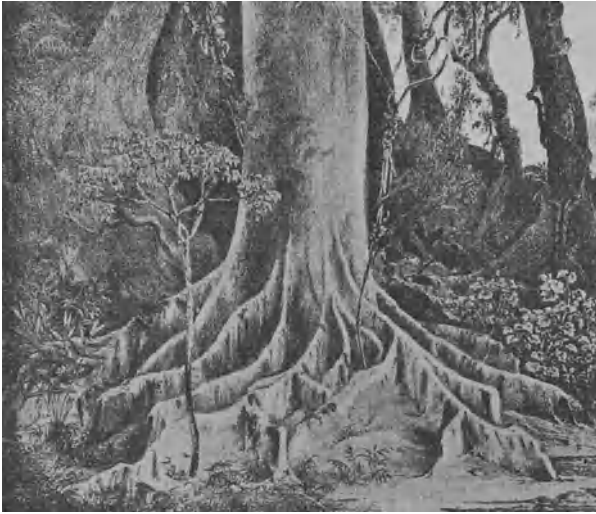


Abb. 7. Ficus-Baum mit Brettwurzelbildung. (Tropischer Regenwald in Brasilien nach Martius.)

(sog. Wurzelanlauf) und die oft hoch über den

Boden hervortretende Anschwellung der Seitenwurzeln als Stütze bei sehr hohen Bäumen (sog. Brettwurzelbildung) (Abb. 7).

Seinen bezeichnendsten Zug aber erhält der tropische Regenwald durch die Menge der auf Bäumen und Ästen wachsenden Überpflanzen (Epiphyten), die nicht wie bei uns nur durch Flechten und Moose gebildet werden, sondern auch durch höhere Pflanzen, vor allen Dingen Farne und Orchideen, die ihre Wirtspflanzen oft so bedecken, daß von der Rinde des Stammes und der Äste kaum noch etwas zu sehen ist. Dabei treten sie aber meist nur als Commensalen oder Einmieter auf, ohne dem Wirtsbaum etwas zu entnehmen und auf ihm zu parasitieren. Besondere Einrichtungen zum Auffangen des Wassers und der aus verwesenden Pflanzenresten gebildeten Humus- und Mineralstoffe ermöglichen ihnen neben der eigenen Assimilation ihrer grünen Blätter ein selbständiges Leben fern vom Boden.

Eine ähnlich bedeutende Rolle spielen die Schlinggewächse (Lianen), die ebenfalls in ungeheurer Fülle vorkommen. Sie lassen sich von den emporwachsenden Wirtsbäumen mit bis zu deren Wipfel ins oberste Licht tragen, um dann oft wieder bis zum Boden herabzuhängen und an Nachbarbäumen wieder aufzusteigen. Sie bilden ja sogar ein bekanntes



Abb. 8. Sog. Baumwürger (Ficus-Art) im tropischen Regenwald (Brasilien). Als Liane den Wirtsbaum vollständig umwachsend. Der Wirtsstamm kommt nur am Kronenansatz zum Vorschein (senkrechter heller Strich von dort nach oben zu). Phot. A. Möller.

Hilfsmittel der Eingeborenen zum Bau primitiver Hängebrücken bei Überschreitung kleinerer Urwaldflüsse. An einer solchen, sehr üppig auftretenden

Palmiane, der sog. Rotangpalme, hat man auf Java einmal eine Gesamtlänge von 240 m gemessen! Eine besonders auffällige Erscheinung unter den zahlreichen Lianenformen bieten die sog. Baumwürger (besonders einige Ficus-Arten), die sich in breiten Strängen dicht um ihren Wirtsstamm legen und so miteinander verwachsen, daß sie förmlich einen „Stamm um den Stamm“ darstellen. Der allmählich absterbende und vermorschende Wirtsstamm bildet dann oft nur noch den faulenden Kern oder später einen völligen Hohlkern und der ursprüngliche Gast steht am Ende selbständig da, die Gestalt seines Wirtes gleichsam fortsetzend oder wiederholend (Abb. 8).

Dadurch, daß auch die Epiphyten und Lianen beblättert sind, ist im Verein mit den vielen Baumschichten der ganze Raum von oben bis unten mit



Abb. 9. Tropischer Regenwald in Süd Mexiko. Dichte Raumaufüllung durch kletternde Lianen der verschiedensten Arten (Araceen, Marcegravia, Sarcinanthus u. a.). Von der Mitte nach rechts ein Luftpurzeltau einer Aracee, sich von Baum zu Baum spannend. Phot. G. Karsten.

Grün erfüllt. Der tropische Regenwald zeigt in seiner charakteristischen Form, wie man treffend gesagt hat, einen förmlichen „horror vacui“! (s. Abb. 9).

Das Leben im tropischen Regenwald ist unter den dauernd günstigen Wachstumsbedingungen (gleichmäßige Wärme und stets reichliche Feuchtigkeit) ununterbrochen im Gang. Der Wald ist immer grün und der Laubwechsel geht ganz unmerklich vor sich. Einzelne Bäume stehen zwar kurze Zeit kahl oder fast kahl da, aber sie verschwinden unter der Fülle der andern Arten im Blätterkleid. Bei manchen Arten wird das Laub einzelstammweise zu verschiedenen Zeiten nacheinander gewechselt, bei einigen andern sogar astweise. Es kommen fast alle Möglichkeiten des Laubwechsels vor. Ähnlich ist es mit dem Blühen. Fast keine Zeit ist ganz blütenlos. Trotzdem ist hier und da doch auch eine gewisse Periodizität der Lebenserscheinungen bemerkbar, was dann auf innere Ursachen (Wiederauffüllung von Reservestoffen oder eine ererbte Rhythmik der Lebenserscheinungen(?)) zurückzuführen ist. Eine Jahrringbildung im Holze fehlt meist ganz oder sie ist nur schwach angedeutet. Hier und da findet sie sich aber doch, namentlich sobald ein leichter Unterschied einer mehr

regenreichen und regenärmeren Periode vorhanden ist. Der Abfall des Waldes, die Streu, zersetzt sich trotz ihrer Menge, infolge der außerordentlich reichen Mischung von Arten und der günstigen Klimabedingungen, rasch und vollständig. Dicke Streulagen oder gar unverweste, rohe Humuspolster fehlen im allgemeinen vollständig. Wie die Verjüngung vor sich geht, darüber fehlen genaue Beobachtungen, doch ist einzelstamm- oder gruppenweise Naturverjüngung wohl die Regel. Wo einmal stärkere Aushiebe oder gar Kahlschlag stattfinden, vollzieht sich die Verjüngung auch großflächenweise und sehr rasch, doch findet dabei fast immer ein starker Wechsel der Holzarten statt. Der Folgewald ist dann oft noch dichter wie vorher bestockt, aber die Artenzahl hat abgenommen, und es zeigt sich eine Neigung zur Reinbestandesbildung (Erscheinungen des second growth). Diese Beobachtung ist sehr interessant im Hinblick auf die gleichsinnige, aber noch viel schärfer ausgeprägte Wirkung menschlicher Eingriffe in den Wald unserer Breiten!

Der tropische Regenwald ist in seiner Fülle und Üppigkeit das Ergebnis der denkbar günstigsten Lebensbedingungen in bezug auf Wärme und Feuchtigkeit, wie sie sich nur in verhältnismäßig kleinen Gebieten der Erde finden. Seine Verbreitung ist daher auch lange nicht so groß, wie man sich das im allgemeinen vorstellt. Käme die Wärme allein in Betracht, so würde das ganze Erdgebiet zwischen den Wendekreisen von ihm erfüllt sein, wo während des ganzen Jahres eine durchschnittliche Temperatur von mindestens 20° C, am Äquator etwa 25° C herrscht, also eine Wärme, die für die meisten Lebens- und Wachstumsvorgänge als optimal gelten kann. Bei dieser hohen durchschnittlichen Wärme bedarf es aber auch dauernd hoher Feuchtigkeit, um ein Verwelken und Vertrocknen der Assimilationsorgane hintanzuhalten. Hieran aber fehlt es besonders in den inneren Teilen der Tropengebiete und auch da, wo hohe Gebirge die regenbringenden Meereswinde aufhalten und ihrer Feuchtigkeit berauben. Die Verbreitung des Regenwaldes beschränkt sich daher innerhalb der Tropen fast nur auf die Küstenlandschaften mit ihrem Hinterland mit jährlichen Regenmengen von 1500—2000, einzeln bis 4000 mm. Nur in Südamerika, in den Niederungen des Amazonenstroms, wo die Grundwasserfeuchtigkeit den etwas geringeren Niederschlag ausgleicht, greift der Regenwald zu beiden Seiten des Stromes und seiner Seitenzuflüsse tief bis in das Innere des Kontinents hinein (vgl. die Karte). Der subtropische Regenwald in Gebieten mit etwas niedrigeren Wärme- und Niederschlagsverhältnissen ist gewissermaßen nur eine abgeblaßte Form des tropischen Regenwaldes in dessen Grenzgebieten und ist hier mit diesem zusammengefaßt worden.

Die Hauptverbreitungsgebiete des tropischen Regenwaldes sind danach vor allem der indomalaische Archipel, Hinterindien, das Stromgebiet von Ganges und Brahmaputra, Madagaskar, das Kameruner Küstenland, die südbrasilianische Küste und das brasilianische Stromland des Amazonas.

2. Die Lorbeer- und Hartlaubwälder. Während der tropische und subtropische Regenwald im großen und ganzen ein ziemlich einheitliches Bild in bezug auf seine Physiognomie und Ökologie zeigt, kann man das von den andern hier zusammengefaßten Formen nicht sagen. Die Lorbeer- und Hartlaubwälder zeigen vielmehr in bezug auf Höhe, Schlußgrad und standörtliche Bedingungen starke Abweichungen, und ihre Abgrenzung unter sich und gegen die andern Hauptwaldformen ist teilweise so unsicher, daß man ihre einzelnen Unterformen eigentlich alle für sich darstellen müßte, um ihnen gerecht zu werden.

Gemeinsam ist ihnen das harte, meist dicke und lederige, immergrüne Laub und eine verhältnismäßige Kleinheit der Blätter, die von der

ovalen bis zur lanzettlichen Form gehen, und die teils glänzende, das Licht reflektierende Oberflächen haben, wie z. B. die Lorbeerarten, oder aber auch durch Wachs- oder Harzausscheidungen matte, bereifte Oberflächen aufweisen, wie z. B. Ölbaum und Oleander. Behaarung der Blattoberseite fehlt aber meist ganz, ebenso tritt Fiederblättrigkeit selten auf. Die charakteristischen Arten haben meist ganzrandige Blätter, oft auch eingerollte Blattränder. Das alles deutet auf Xerophyllie, d. h. Anpassung des Blattes an besondere Trockenheit und auf Verdunstungsschutz wegen des heißen und trocknen Sommers hin, der im Gebiet dieser Waldform charakteristisch ist. Auch im inneren Bau des Blattgewebes prägt sich dies aus, indem die Blätter fast durchweg eine stark entwickelte Epidermis, geringe Interzellularräume, aber reiches Versteifungsgewebe haben, das ein Zusammenfallen und Welkwerden verhindert. Dagegen sind die Knospen oft nackt oder die Knospenschuppen



Abb. 10. Immergrüner Hainwald der Mittelmeerküste. Die lichten Bäume auf der Höhe Öl bäume, dazwischen Zypressen, im Hintergrund am Hang einige Lorbeerbäume, im Vordergrund Gebüsch einer immergrünen Eiche (*Quercus ilex*). Phot. F. Schwarz.

nur spärlich, was dem milden und feuchten Winter entspricht, der im Zusammenhang mit dem immergrünen Laub dem Wald einen Weitergang seiner Lebenstätigkeit mit kurzen Unterbrechungen in etwas kühleren Zeiten gestattet¹. Der Wuchs der Bäume ist meist niedrig und knorrig, ihr Schluß locker und das ganze Waldbild mehr hainartig (Olivenhaine! Abb. 10). Höhere Epiphyten und holzige Lianen fehlen. Der obere Raum im Wald ist licht und leer, die meist vorhandene Strauchschicht ist niedrig und trägt den gleichen Hartlaubcharakter wie der Oberbestand. In der Bodenflora fallen besonders viele Knollen- und Zwiebelgewächse auf.

Diese Waldform, die sich meist in sehr früh besiedelten Landstrichen an den Meeresküsten der warmtemperierten Gebiete findet, ist wohl überall sehr stark durch den Menschen verändert. Vielfach ist der Wald infolge der schonungslosen Ausnutzung und Verwüstung zu Gebüsch mit vereinzelt Bäumen herabgesunken (z. B. die sog. Macchie in den Mittelmeerländern u. a. derartige Formen).

¹ Über die Assimilation der Hartlaubgewächse im Winter hat Meigen an der Flora Santiagos in Chile interessante Untersuchungen angestellt. Englers Bot. Jb. Bd. 18.

In Europa finden sich Lorbeerwälder vorwiegend in den Küstenstrichen des ganzen Mittelmeergebiets, wo neben Lorbeer- und Ölbaum besonders auch einige immergrüne Eichen (Abb. 11) (*Quercus ilex*, *suber*, *coccifera*), von Nadelhölzern nur Cupressus-Arten in ihm auftreten. In trocknen und sandigen Strandwaldungen kommen aber auch schon einzelne Pinusarten vor (*Pin. Pinea*, *pinaster*, *halepensis* u. a.). In den andern Weltteilen ist dieser Waldtyp ebenfalls meist auf die Küstengebiete beschränkt. Er findet sich hier meist in charakteristischen schmalen Streifen längs der Meere in der Gegend des nördlichen und südlichen Wendekreises (vgl. die Übersichtskarte).

Um eine ungefähre Vorstellung von dem Klimacharakter des Lorbeer- und Hartlaubwaldgebietes zu geben, seien die folgenden Durchschnittszahlen für das Mittelmeergebiet mitgeteilt:

Temperatur des wärmsten Monats: 24—25° C; des kältesten Monats: 8—11° C.

Niederschlagshöhe jährlich: 600—800 mm, einzeln noch höher.

Davon fallen in den 3 Wintermonaten etwa 50 %; in den 3 Sommermonaten etwa nur 5—10 %!



Abb. 11. Immergrüner Baum- und Buschwald auf der Insel Rab (Dalmatien). Hauptsächlich von der Steineiche (*Quercus ilex*) gebildet, dazwischen viele immergrüne und hartlaubige Straucharten (Pistazien, Myrten, hohe Erikaarten, Baumwächolder u. a. m., Übergang zur Gebüschform der Macchie). Phot. A. Dengler.

Ähnliche Züge des Klimas finden sich auch in den Gebieten dieser Waldform in den andern Erdteilen wieder: ein heißer, fast tropischer Sommer mit äußerst geringen Niederschlägen und ein milder Winter mit sehr reichlichen Niederschlägen. Aus diesen Bedingungen heraus ist die Eigenart dieser Waldform zu verstehen. Der milde, fast frost- und schneefreie Winter erlaubt und be-

günstigt die immergrüne Belaubung, der trockne Sommer aber fordert harte und lederige Blattstruktur. Die ungünstigen Feuchtigkeitsverhältnisse in der Hauptwachstumszeit lassen trotz reichlicher Wärme keinen stattlichen Höhenwuchs zu, die schmale und schütterere Belaubung verursacht einen lichten Schluß, der keine tote Bodenstreu- und Humusdecke erzeugt, aber überall Strauch- und Krautwuchs zuläßt, der freilich unter dem Einfluß des trocknen Sommers auch nicht allzu üppig wird und alle Merkmale des Trockenschutzes zeigt.

Aller Unterwuchs hat meist harte, ledrige Blätter, wie z. B. *Ilex*, *Ruscus* u. a., oder ganz kleine, oft auf ein Minimum herabgesetzte Blättchen vom Typus der Ericaceen und der Ginsterarten, dornige Ausbildung der Sproßachsen und stachelichte Bewehrung der Zweige und Blätter zum Schutz gegen Tierfraß.

Forstlich spielt diese Waldform wegen ihrer geringen Holzherzeugung und der niedrigen und krummen Schaftformen nur eine geringe Rolle. Sie dient meist nur der Brennholzversorgung.

3. Der winterkahle, sommergrüne Laubwald (Sommerwald). In denjenigen Breiten der Erde, wo ein ausgesprochen kühler Winter mit Schnee- und Frostzeiten die Regel bildet, und der Sommer niederschlagsreich ist, hat sich eine ganz andere für die Forstwirtschaft viel bedeutsamere Waldform entwickelt, der winterkahle, sommergrüne Laubwald, oder wie er auch kurzweg genannt

worden ist, der Sommerwald. Dieser wird von Bäumen mit saftiggrünen, dünnen und weichen Blättern gebildet, die bei Eintritt der kalten Jahreszeit abgeworfen und erst bei Beginn der wärmeren Zeit wieder neu gebildet werden. Der Wald bietet also zu den verschiedenen Zeiten ein ganz verschiedenes Bild: im Sommer grün, im Winter kahl. Die Lebenstätigkeit ruht scheinbar in letzterem ganz, um im Frühling wieder zu erwachen, im Sommer den Höhepunkt zu erreichen und im Herbst wieder abzuflauen. Der Wald zeigt eine ausgesprochene jährliche Periodizität. Diese ist aber nicht immer unmittelbar mit der Witterung in Verbindung zu bringen. Am ausgesprochensten ist das noch beim Erwachen der Vegetation im Frühjahr der Fall, das sich meist zugleich mit dem Eintritt warmer Tage zu vollziehen pflegt. Dagegen hören manche Lebenserscheinungen, wie vor allem das Längenwachstum der Triebe, aber auch das Dickenwachstum von Stamm und Ästen, mehr oder minder bei noch hohen Wärmegraden im Früh- oder Spätsommer auf. Auch die Verfärbung des Laubes, meist verbunden mit einer Auswanderung und Rückwanderung der Stoffe in den Stamm, pflegt sich schon lange vor Eintritt kühlerer Temperaturen und Fröste anzukündigen und zu vollziehen. Man hat hier wohl von innerer, ererbter Periodizität gesprochen, um damit auszudrücken, daß sich diese Vorgänge nicht einfach aus äußeren Ursachen, vor allem nicht aus dem Gang der Witterung unmittelbar erklären lassen. Ohne Einfluß ist diese aber nicht, denn wir sehen, daß in trocknen und heißen Sommern der Wald sich früher verfärbt und entlaubt als in kühlen und feuchten.

Man faßt übrigens den herbstlichen Laubabwurf dieser Waldform heute weniger als eine Anpassungserscheinung an die Kälte des Winters als vielmehr an die dann entstehende Trocknisgefahr auf, da bei gefrorenem Boden die Wurzeln kein Wasser mehr aufnehmen können, während die Verdunstung durch die breiten Blattflächen weitergehen würde. Es dürften dabei aber unverkennbar auch die Schneeverhältnisse mit zu berücksichtigen sein, die bei einer Belaubung über Winter durch die großen Blatt- und Kronenflächen unweigerlich zum Bruch führen müßten. Auch hier sind die ökologischen Beziehungen eben äußerst vielseitig und dürfen nicht nur in einer Richtung gesucht werden!

Die Sommerwälder sind im allgemeinen überall hochragend und dichtgeschlossen. Die Bestände haben starke Stämme mit vielfach hartem und wertvollem Holz (hartwood d. Amerikaner [Abb. 12]). Sie geben Massen, die auf besseren Standorten meist 500—700 fm Derbholz (über 7 cm) erreichen. In den optimalen Laubholzurwaldungen Nordamerikas (Täler der südlichen Alleghanies) fand H. Mayr Höhen bis zu 40 m und Stammstärken von über 1 m¹. Höhen von 25—30 m sind auf guten Böden der Durchschnitt. Die Verzweigung ist außerordentlich reichlich. Schopfbäume oder solche mit nur wenigen Zweigordnungen, wie im tropischen Regenwald, fehlen ganz. Die Anzahl der Zweigordnungen beträgt bei den meisten Bäumen 6—8. Die Blattgröße und Blattform ist dagegen ziemlich einheitlich. Am meisten herrscht die ovale Grundform in der Größe des Hühneis vor. Größere Blätter sind verhältnismäßig selten, auch Fiederblättrigkeit kommt weniger vor, ohne zu fehlen (Esche, Juglans, Carya u. a.). Die Knospen sind meist durch zahlreiche, dicht aneinanderliegende und durch Haare und Sekretstoffe verfilzte oder verklebte Schuppen geschützt. Die Blüten sind unscheinbar, sitzen meist nur am äußeren Teil der Krone und sind in der Mehrzahl auf Windbestäubung, nicht auf Übertragung durch Insekten eingerichtet, die in dem dichten, schattigen

¹ Mayr, H.: Die Waldungen von Nordamerika, S. 126.

Kronendach zu wenig Bewegungsfreiheit haben würden. Epiphyten kommen fast nur als Moose und Flechten vor, Lianen finden sich nur vereinzelt und niemals das Waldbild beherrschend, nur in dem sehr feuchten japanischen Laubwald treten sie etwas zahlreicher auf. Die Stockwerksbildung im Baumbestand ist meist wenig entwickelt (vgl. Abb. 12). Nur, wo unter günstigen Bedingungen reichere Mischung verschieden hoher Arten mit größerem und geringerem Lichtbedürfnis möglich ist, entwickeln sich 2—3 solcher Stockwerke. Meist aber neigt der Wald schon etwas zur Reinbestandbildung oder doch dem Vorherrschen einer Art und dann zur Einstöckigkeit. Der Waldinnenraum macht im Gegensatz zum tropischen Regenwald den Eindruck der Leere



Abb. 12. Laubholzwald von *Quercus prinus*, *Liquidambar*, *Carya* und *Fraxinus americana* im Mississippigebiet (nach C. A. Schenck).

und ist wegen des gleichmäßigen, oberen Kronenschlusses vielfach dunkel, jedenfalls immer viel dunkler und dichter wie der des Lorbeerwaldes. Ein Strauchunterstand ist nur bei besonders lichtdurchlässigen Baumarten und auf frischeren, kräftigen Böden vorhanden. Ähnliches gilt auch von der Kraut- und Moosflora am Boden. Dies hängt neben der starken Lichtabämpfung von oben auch mit dem jährlichen Laubfall zusammen, der oft eine förmliche Decke auf dem Boden bildet (Streudecke) und sich selbst unter günstigen Verhältnissen erst innerhalb eines Jahres wieder zersetzt, gelegentlich aber auch schon zu ungünstigen Rohhumusschichten führt. Die Anzahl der Baumarten im Einzel-

bestand ist auf kleinerer Fläche meist gering. Die in großem Umfang waldbildenden Arten dieser Waldform beschränken sich in den verschiedensten Gebieten immer auf einige wenige nahe verwandte Gattungen, insbesondere Buche (*Fagus*) und Eiche (*Quercus*). Andere Gattungen, wie *Castanea*, *Carya*, *Juglans*, *Acer*, *Fraxinus*, *Tilia*, *Ulmus*, *Betula*, treten meist nur als Mischung mehr oder minder untergeordnet auf. Von den Nadelhölzern tritt im Verbreitungsgebiet dieser Waldform nur die Gattung *Pinus* in zahlreichen Vertretern auf ärmeren und trockneren Böden, also edaphisch bedingt, auf und bildet dann innerhalb des großen Laubwaldgebietes oft große reine oder mit einigen Laubhölzern gemischte Bestände, ja auch ganze insulare Waldgebiete. Sonst aber sind die Nadelhölzer dem Sommerwald in seiner eigentlichen Form fremd, und wo sich andere Gattungen, wie Tannen, Fichten, Tsugen, in ihn einmischen, beginnen schon die Überganggebiete zum Nadelwald.

Der sommergrüne Laubwald tritt nur auf den Festländern der nördlichen Halbkugel auf, da auf der südlichen Halbkugel der ausgeprägte Gegensatz zwischen Winter und Sommer fehlt, weil Australien und Afrika nicht weit genug gegen den Südpol vordringen, und die Südspitze von Südamerika, die fast 20 Breitengrade südlicher geht, in ihrer Schmalheit zu sehr unter dem ausgleichenden Einfluß der umgebenden Ozeane steht. Schon H. Mayr¹ hat dies hervorgehoben.

Stellen wir die mittleren Temperaturen der verschiedenen Breitengrade der nördlichen und südlichen Halbkugel zusammen², so ergibt sich folgendes sehr abweichende Verhältnis:

	Januar	Juli	Differenz	
	Mittel			
Nördliche Halbkugel . . .	50°	— 7,0°	+ 18,1°	25,1°
	40°	+ 4,9°	+ 24,0°	19,1°
	30°	+ 14,6°	+ 27,3°	12,7°
Äquator	0°	+ 26,4°	+ 25,6°	0,8°
Südliche Halbkugel . . .	30°	+ 21,8°	+ 14,6°	7,2°
	40°	+ 15,6°	+ 9,0°	6,6°
	50°	+ 8,3°	+ 2,9°	5,4°

Während also die Wärmeunterschiede zwischen Januar und Juli sich auf der nördlichen Halbkugel mit zunehmender Breite stark verschärfen, bleiben sie auf der südlichen zwischen dem 30. und 50. Grad — und so weit reichen die südlichen Festländer nur — ziemlich gleich oder nehmen sogar noch ein wenig ab.

Auf der Südspitze von Südamerika (Feuerland), zwischen dem 50.—55. Breitengrad, kommt allerdings noch eine eigentümliche Waldform vor, die eine gewisse Verwandtschaft mit dem sommergrünen Laubwald zeigt. Sie wird von zahlreichen Arten der Gattung *Nothofagus* gebildet, die der auf der nördlichen Halbkugel waldbildenden Gattung *Fagus* (Rotbuche) nahesteht. Einzelne dieser *Nothofagus*-Arten werfen das Laub ab, andere aber sind immergrün! Die Blätter sind z. T. dunkel- bis schwarzgrün, lederig, sehr klein und myrtenähnlich. So zeigt dieser Wald andererseits auch Anklänge an den Lorbeerwald.

Der sommergrüne Laubwald der nördlichen gemäßigten Zonen erscheint unzweifelhaft als eine Anpassungsform an den dort herrschenden Gegensatz zwischen Sommer und Winter. Er geht aber doch nicht bis in das Gebiet der schärfsten Gegensätze zwischen diesen beiden Jahreszeiten hinein, wie sie sich in den kontinentalen Klimagebieten entwickeln, sondern beschränkt sich auf die etwas abgemilderten ozeanischen Teile. Vgl. hierzu die Übersichtskarte, auf der die klimagleiche Lage der drei Verbreitungsgebiete in Nordamerika, Westeuropa und Ostasien sehr klar hervortritt. In Nordeuropa liegt sein Hauptverbreitungsgebiet im westlichen Teil zwischen der französischen Küste etwa bis zur Linie Königsberg—Warschau und von den Tieflagen der Schweiz und Österreichs im Süden bis zur Nordgrenze Irland—England—Dänemark. Es ist, wie schon oben erwähnt, sehr merkwürdig, daß trotz der weiten Trennung der Laubwaldgebiete voneinander die hauptsächlichsten Baumarten nur wenigen Gattungen, insbesondere den beiden Hauptgattungen *Quercus* und *Fagus* angehören, daß also neben der ökologischen auch eine sehr weitgehende systematische Verwandtschaft besteht, was bei den vorhergehenden Waldformen viel weniger der Fall ist.

Im allgemeinen liegen die Nord- und Südgrenzen des sommergrünen Laubwaldes in der Ebene zwischen dem 30—50. Grad nördl. Breite. Sie verschieben sich in gemilderten Klimagebieten etwas nach Norden, wie z. B. in England und Südschweden bis zum 60. Grad. In wärmeren Breiten, z. B. in Südeuropa, geht diese Waldform in die mittleren Gebirgslagen herauf. So zeigt der sommergrüne

¹ Mayr, H.: Waldbau auf naturgesetzlicher Grundlage, 2. Aufl., S. 57.

² Nach Köppen: Die Klimate der Erde, S. 42.

Laubwald deutlich das Bedürfnis nach einem gemäßigten Klima. Er ist zwar deutlich an einen Wechsel der Jahreszeiten angepaßt, aber er vermeidet einen allzu heißen Sommer ebensowohl wie einen ausgesprochen strengen Winter.

Allerdings ist der Spielraum seiner klimatischen Bedingungen dabei nicht allzu eng begrenzt. Vergleicht man die klimatischen Daten der verschiedenen Gebiete miteinander, so kommt man selbst unter Außerachtlassung einiger extremer Verhältnisse in den Grenzgebieten doch auf recht auseinandergehende Werte. So liegt die Mitteltemperatur des wärmsten Monats zwischen $+15$ bis 25° und die des kältesten etwa zwischen $+5$ und -5° . Die Niederschläge bewegen sich bei ziemlich gleichmäßiger Verteilung über das Jahr zwischen 600 — 1300 mm. Die niedrigeren Mengen reichen überall dort noch aus, wo der Sommer nicht so warm ist, z. B. in Norddeutschland mit 17 — 18° Julitemperatur und 600 — 700 mm Niederschlag. In Gegenden mit wärmeren Sommern, wie z. B. im atlantischen Amerika mit 24 — 25° Julimittel, erhöhen sich auch die jährlichen Niederschläge meist auf über 1000 mm.

4. Der winter- oder regenrüne Laubwald. In südlichen Breiten, in heißen Klimagebieten mit sehr trocknen Sommern, aber niederschlagsreichen Wintern hat sich eine Laubwaldform gebildet, bei der die Vegetationsruhe, äußerlich gekennzeichnet durch Blattabwurf und Kahlheit, auf die wärmste Jahreszeit fällt. Die Hauptvegetationszeit mit ihrem Zustand voller Belaubung liegt im Winter, der allerdings kein Winter in unserem Sinne, sondern eben nur ein etwas abgekühlter Sommer ist. Wir sehen hier das für unsere Begriffe von den Jahreszeiten ungewohnte Bild, daß dieser Wald im Herbst ergrünt und im Frühjahr sein Laub abwirft. Freilich sind hieran nicht die Wärmeverhältnisse, sondern eben die Niederschläge schuld, die im Sommer äußerst gering, in äußersten Fällen gleich Null sind, während im Herbst durch regenbringende Meereswinde (Monsune) eine mehr oder weniger lange und ausgiebige Regenzeit einsetzt. In dieser Waldform zeigt der Blattabwurf in voller Klarheit sich lediglich als Schutzmaßregel gegen Verdunstung und Dürretod.

Je nach dem Grad der Trockenheit im Sommer und der Feuchtigkeit im Winter nimmt dieser Wald recht verschiedene Formen an und geht von verhältnismäßig noch üppigen und dichten Beständen bis zu sehr dürrtigen und lockeren über, die kaum noch den Namen Wald verdienen, sondern schon Übergangsformen zum Gebüsch- oder Grasflurtyp (Savannenwälder) sind.

Zu den üppigeren Formen gehören die hinterindischen und ostjavanischen Monsunwälder, in denen das wertvolle Teakholz oder der Djatibaum (*Tectona grandis*) eine besonders wichtige Stellung einnimmt. Die Teakwäldungen bilden vielfach große und reine Bestände, oft allerdings wohl durch die forstliche Kultur beeinflußt. Vielfach treten aber auch Mischholzarten in ihnen auf (wie z. B. die birkenrindige *Albizzia procera* und eine Akazie mit schirmförmiger Krone, *Acacia leucophloea*). Während diese Arten ihr Laub in der Trockenzeit abwerfen, der Boden dann oft ganz von dürrem, braunem Laub bedeckt ist, und besonders der reine Teakwald dann einen vollständig winterlichen Eindruck macht (vgl. Abb. 13), sind hier und da auch andere Arten, namentlich im Unterstand, mit beigemischt, die ihr Laub behalten.

Die Blätter des Teakbaumes sind auffallend groß und breit (70×50 cm!). Dafür ist aber die Stammzahl der Bestände recht niedrig und beträgt nach Büsgen¹ meist nur 120 — 140 Stück je Hektar. Daher ist der Schluß auch nicht sehr dicht und der Wald nicht so dunkel wie etwa unser Buchenwald. Das Jugendwachstum ist zwar sehr rasch (etwa 2 m im Jahre!), läßt aber sehr früh nach, und mit dem 35. Jahre ist der Höhenwuchs ziemlich abgeschlossen, so daß die älteren Bestände im Durchschnitt doch nur 30 — 40 m hoch werden. Die Massen im 100jährigen Alter sollen nur 200 fm betragen, von denen wegen schlechter Stammausformung meist nur ein Drittel brauchbares Nutzholz ist. Nur in besten Fällen werden bis zu 500 fm Masse je Hektar erreicht. Büsgen fand nur wenig

¹ Büsgen: Forstwirtschaft in Niederländisch-Indien. Z. f. Forst- u. Jagdwes. 1904.

Strauchunterstand, andere geben solchen als reichlich an und heben die durch ihre Blütenpracht auffallende Bodenflora hervor, die bei Beginn der Regenzeit erwacht. Lianen und Epiphyten sind zwar vorhanden, aber nicht sehr zahlreich und oft nur schwach entwickelt.

Auf etwas sandigeren und trockenen Böden findet sich das gefürchtete Alang-Alang-Gras als eines der schlimmsten Waldunkräuter ein, das bei unvorsichtigen Eingriffen und Kahlschlägen sofort von dem Boden derartig Besitz ergreift, daß eine natürliche Wiederkehr des Waldes nicht mehr stattfindet und künstliche Aufforstungsversuche sehr schwierig sind. Wir sehen hier den Wald an seinem Übergang zur Steppe. Beide befinden sich offenbar, ähnlich wie Wald und Heide in Nordwestdeutschland, in einem äußerst empfindlichen Gleichgewichtszustand!

Zu den Winterwäldern rechnen auch noch eine Anzahl natürlicher Zwischenformen von Wald und Savanne, die sog. Savannenwälder, die vom lockeren Baumbestand mit starkem Graswuchs bis zur dichten Grasflur mit nur vereinzelt Bäumen alle Übergangsstufen zeigen (Abb. 1). Wenn auch nicht überall bei ihnen die Regenzeit ausgesprochen in den Winter fällt, so kann man doch einen großen Teil zu den wintergrünen Wäldern rechnen. Solche Savannenwäldungen finden sich außer in Indien ganz besonders im mittleren Afrika. Schirmakazien, so genannt wegen ihrer ganz flachen, schirmartigen Krone, und der Affenbrotbaum mit seinem außerordentlich massigen Stamm sind hier die besonders charakteristischen Baumarten.

Eine nahestehende Form bilden auch die sog. Dornwäldungen in Südafrika und die besonders merkwürdigen Catingas in den kontinentalen Gegenden Brasiliens mit ausgeprägten, sommerlichen Trockenzeiten. Hier werden die Stammkörper mancher Bäume noch stärker wie beim vorgenannten Affenbrotbaum und bilden sog. Tonnenstämme, die als Wasserspeicher dienen. Es sind das besondere Anpassungsformen zur Überwindung extremer Dürreperioden, wie wir sie schließlich in vollkommenster Art bei den Kakteen und Euphorbiaceen der Wüstengebiete finden, bei denen man diese Erscheinung mit dem Namen Stammsukkulenz (Saftstamm) bezeichnet hat. Auch von diesen Formen finden sich übrigens neben den Tonnenstämmen schon einige Vertreter in den brasilianischen Catingawäldern. Daneben kommen noch viele dornige Bäume und Sträucher in ihnen vor.

Der Wald ist in diesen letzten Formen zu einer kümmerlichen Stufe herabgesunken, die vielfach schon nicht mehr Wald in unserem Sinne genannt werden kann. Schuld daran ist nur der Mangel an Feuchtigkeit, die schließlich auch trotz aller verschiedenen Anpassungsformen nicht mehr hinreicht, um den Bestand bei genügender Dichte zu halten. An die Stelle des Waldes tritt dann die Trockengrasflur und schließlich die Wüste, die zwar des Pflanzenwuchses durchaus nicht ganz entbehrt, in der aber der nackte Boden bei weitem überwiegt.

5. Der immergrüne Nadelwald. Wir sahen immergrüne Nadelhölzer gelegentlich schon hier und da in den anderen Waldformen auftreten. So z. B. Cupressaceen im Lorbeerwald, Pinusarten in diesem und im sommergrünen Laubwald, die Pinusarten sogar unter besonderen Bodenverhältnissen schon Wälder bildend. In den kühleren Teilen des sommergrünen Laubwaldes finden sich auch schon Abies-, Picea-, Tsuga-, Cryptomeria- u. a. Nadelholzarten als Mischhölzer vor. Das eigentliche Nadelwaldgebiet aber liegt erst im kälteren Klimagebiet mit ausgeprägt strengen Wintern und regelmäßigen Schnee- und Frostzeiten in nördlichen Breiten oder in den höheren Gebirgs-



Abb. 13. Sommerkahler Kulturwald des Teak- oder Djati-Baumes (*Tectona grandis*) auf Ostjava. 20 jährige Anpflanzung. Boden ganz von den großen braunen Blättern bedeckt. Phot. Büsgen.

lagen der gemäßigten Zonen. Auch in dieser Waldform nehmen die Pinusarten große Flächen ein, aber auch hier fast immer nur edaphisch bedingt, auf trocknen und ärmeren Sandböden, während sofort mit zunehmendem Lehmgehalt die anspruchsvolleren Abies-, Picea- und anderen Nadelholzarten auftreten. Trotzdem die Pinuswälder wegen der Größe der Sandgebiete in diesen Teilen der Erde oft der Fläche nach überwiegen, sind sie vom klimatischen Standpunkt für den Nadelwald nicht eigentlich bezeichnend. Das gleiche gilt auch von den wenigen



Abb. 14. Alter, absterbender Baumriese des Mammutbaumes (*Sequoia gigantea*) im kalifornischen Nadelwald. (Nach Schimper.) Stammdurchmesser ca. 11 m, Alter an ähnlich starken Bäumen bis zu 2000 Jahren und darüber ermittelt.

darin eingesprenkten Laubhölzern. Die Alnusarten sind örtlich auf feuchte Tieflagen beschränkt (nasse Brücher, Uferländer u. dgl.). Betula-, Populus- und Salix-Arten begleiten den Nadelwald zwar durch seine ganze Breite bis an die nördliche Waldgrenze, treten aber meist nur als untergeordnete Mischhölzer in Einzelstämmen oder kleinen Beständen in ihm auf. Eine eigenartige Stellung nehmen die Larix-Arten in dieser Waldform ein. Sie passen schon durch die Tatsache der Winterkahlheit ökologisch nicht recht zu den übrigen Nadelhölzern. Trotzdem treten sie aber in allen drei nördlichen Weltteilen, wenn auch nur kleinere Wälder bildend, im immergrünen Nadelwald auf, entweder nur in den obersten Lagen der Hochgebirge oder in kälteren Zonen auch im niederen Bergland und sogar in der Ebene.

Charakteristisch ist für diese Waldform die schmale, bis zur Nadel zurückgebildete Form der Assimilationsorgane. Man hat in dieser Flächenbeschränkung eine besondere Anpassung an die winterliche Vertrocknungsgefahr gesehen, da die Verdunstung durch Form und inneren Bau

der Nadeln offenbar stark herabgesetzt werden kann. Dabei ist aber zu bedenken, daß der sommergrüne Laubwald in seinem Blattabwurf einen viel besseren Verdunstungsschutz hat. Es wäre nicht recht verständlich, warum die Natur diesen Weg nicht auch in den kälteren Klimagebieten eingeschlagen hätte, wenn hier nicht noch etwas anderes hinzukäme: Offenbar ermöglicht die Immergrünheit eine bessere Ausnutzung der Wärme in der gegen Norden zu immer kürzer werdenden Vegetationszeit. Immergrüne Pflanzen brauchen im Frühjahr nicht erst auf das Austreiben zu warten, sondern können schon vorher mit der Assimilation anfangen. Es ist wohl kein Zufall, daß die den Nadelwald bis zu seinen nördlichen Grenzen begleitenden Laubhölzer, wie Birke, Pappel und Weide, alle ausgesprochene Frühaustreiber sind, und daß von der einzigen winter-

kahlen Nadelholzart dieses Waldes, der Lärche, dasselbe gilt, daß aber alle diese Gattungen neben den immergrünen Nadelhölzern auch nur geringe Stoßkraft entwickeln und keine mächtigen Wälder in dieser Zone bilden. Wenn nun aber zur besseren Ausnutzung der Wärme, insbesondere der Frühjahrswärme, die immergrüne Form vorteilhafter ist, dann ist freilich hier die Nadelform wegen der winterlichen Vertrocknungs-(Frost-)Gefahr besonders günstig. Wir sehen ja, daß die wenigen immergrünen Laubhölzer, die an geschützten Stellen bis ins Nadelwaldgebiet vordringen, wie z. B. Ilex, Efeu, Besenginster, in strengen Wintern bei uns immer sehr leicht erfrieren. Es war auch bereits erwähnt worden, daß die Benadelung auch gegenüber der Schneebelastung vorteilhaft ist. Bei sehr späten Schneefällen im Frühjahr, wo einzelne früh austreibende Laubhölzer schon ihre Blätter entfaltet haben, kann man beobachten, wie diese sofort vom Schnee gebrochen oder niedergedrückt werden, ebenso bei frühen Schneefällen im Herbst, wo die spät abwerfenden Holzarten, wie unsere Eichen und Buchen, gelegentlich schwere Bruchschäden erleiden. So ist also die immergrüne Nadelform als eine Anpassung nach den verschiedensten Richtungen hin an die Lebensbedingungen, wie sie ein langer und strenger Winter mit sich bringt, aufzufassen!

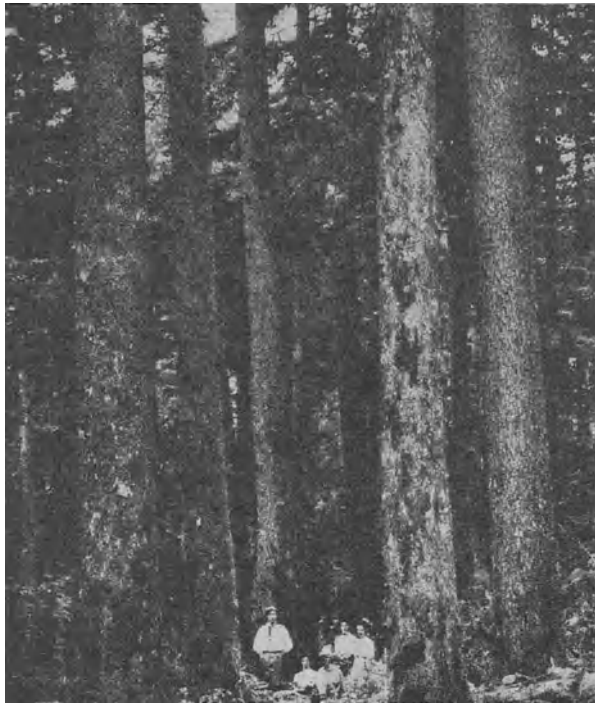


Abb. 15. Nadelholzwald von *Picea rubra* und *Abies Fraseri* in den Alleghenies (1900 m). Eine besonders massenreiche Stelle mit schätzungsweise 1500 fm Holzmasse (nach C. A. Schenck).

Die Schaftbildung ist in dieser Waldform besonders lang, durchlaufend und gerade. Hierin liegt der hohe wirtschaftliche Wert dieser Waldungen, die in allen Teilen der Welt, in denen sie vorkommen, eine besonders wichtige Rolle für die Erzeugung von Bauholz (Balken) und Schneideholz (Brettern) spielen. Die Verästelung ist nicht sehr reichlich und zeigt meist nur 3—4 Zweigordnungen. Durch die meist mehrjährige Dauer der Nadeln ist die Belaubung trotzdem reichlich und gerade bei den für diese Waldform besonders bezeichneten Abies- und Picea-Arten ist das Licht im Innern auf ein Minimum herabgesetzt. Ihre Bestände rechnen mit zu den schattigsten Wäldern, die wir kennen. Eine Ausnahme machen auch hier wieder die Larix- und viele Pinuswälder, die besonders im Alter viel Licht durchlassen. Der Schlußstand ist im Zusammenhang mit den hohen Stammzahlen auf der Flächeneinheit meist groß, und die Holzmassenleistung in den besten Gebieten dieser Waldform die größte, die wir überhaupt kennen. So werden z. B. für die Bestände

des Mammutbaumes (*Sequoia gigantea*) in Kalifornien (Abb. 14) Höhen von 100 m und für die ebendort vorkommenden Wälder der Douglasie (*Pseudotsuga Douglasii*) solche von 90 m bei allerdings mehrhundertjährigem Alter angegeben. Der untere Stammdurchmesser beträgt bei einzelnen dieser Baumriesen bis zu 10 m, und die Gesamtmasse je Hektar wird vereinzelt bis auf 3000—4000 fm geschätzt. Aber auch die Fichten- und Tannenwälder in Amerika und Europa erreichen immerhin 50—70 m Höhe und Massen von 1000 fm und darüber, also meist mehr als in allen anderen Waldformen, sogar in dem ökologisch am höchsten stehenden tropischen Regenwald! (vgl. Abb. 15).

Die Nadelwälder neigen noch mehr wie der sommergrüne Laubwald zur Reinbestandsbildung, namentlich in ihren kälteren und ungünstigeren Klimagebieten, am meisten die Kiefernwälder auf den durchlässigen und daher trockenen Sandböden. In günstigeren Lagen mischen auch die Nadelhölzer sich vielfach untereinander und auch mit Laubhölzern. Immer aber ist die Anzahl der Arten, die den Einzelbestand zusammensetzen, recht gering und geht meist nicht über 3—4 Arten hinaus. Die Strauchflora ist bei den Abies-, Picea-, Pseudotsuga-, Tsuga-, Cryptomeria- u. a. schattenwerfenden Nadelwaldungen spärlich und auf Bestandsränder und Lücken beschränkt. Auch von der Kräuterschicht gilt dasselbe. Der Boden ist in diesen Waldungen vielfach kahl bzw. von der abgefallenen Nadelstreu dicht bedeckt. Bei etwas lockerem Stand finden sich zunächst nur Moose, Flechten und Farne ein. Doch spielen bei lichterem Schluß, oder wo licht benadelte Arten, wie Pinus, Larix u. a., den Bestand bilden, auch eine Reihe von Zwergsträuchern (*Vaccinium*, *Erica*, *Calluna*) gerade in den Nadelwaldungen eine bedeutende Rolle.

Hand in Hand mit den schwer zersetzlichen Abfällen dieser Sträucher und der Nadelstreu selber findet unter dem Einfluß des kühlen Klimas dann eine Auflagerung von rohem Humus statt (Rohhumus oder Auflagehumus), der dann weitgehende Veränderungen des Bodens mit sich bringt.

Die Nadelwaldungen bedecken den ganzen Gürtel der nördlichen Halbkugel zwischen der Kältengrenze des Waldes und dem Gebiet des winterkahlen Laubwaldes und ziehen sich in einem ununterbrochenen Gebiet durch Nord-europa und Nordasien sowie durch das nördliche Nordamerika, hauptsächlich Britisch Kolumbien und Kanada (vgl. dazu die Übersichtskarte). Die Mächtigkeit dieses Gürtels beträgt durchschnittlich etwa 20 Breitengrade. Er liegt auf den westlichen Teilen der Kontinente unter dem Einfluß warmer Meeresströmungen meist etwas nördlicher, zwischen 50—70°, in den östlichen unter dem Einfluß kalter Strömungen etwas südlicher. Südlich über diesen Waldgürtel hinaus finden sich aber die Nadelwaldungen in den entsprechend winterkalten Regionen der Gebirge wieder, jedoch nur auf der nördlichen Halbkugel.

Schon um den Äquator herum und dann auf der ganzen südlichen Halbkugel fehlen auch in den Hochgebirgen die Nadelhölzer meist ganz und mit ihnen auch der Nadelwald als besonderer Vegetationstyp. Wo er dort ausnahmsweise vorkommt, wird er nur von eigentümlichen, entwicklungsgeschichtlich älteren Gattungen der Nadelhölzer, wie Araucaria, Podocarpus, Cephalotaxus, Gingko u. a., gebildet. Die jüngeren Gattungen, die auf der nördlichen Halbkugel die größten Waldungen von ungeheuerem Ausmaß bilden, Picea, Abies, Larix, Pinus, Tsuga, Pseudotsuga u. a. m., fehlen dort vollständig.

Das größte Nadelwaldgebiet ist das sibirische, die Taiga. Es erstreckt sich vom Ural bis zum Stillen Ozean in einer Länge von 5000 km mit einer Breite von über 1000 km, hauptsächlich gebildet von der Fichte (*Picea excelsa* var. *obovata*) und der Kiefer (*Pinus silvestris*). Daneben treten auf: die sibirische Lärche (*Larix sibirica* und *dahurica*), die sibirische Arve (*Pinus cembra sibirica*), die Tanne (*Abies pichta*), sowie im äußersten Osten auch die neuen Fichtenarten (*Picea ajanensis* und *sichensis*). Von Laubhölzern kommen eingesprengt nur Birken, Pappeln und Weiden, Eberesche und Traubenkirsche vor.

Das Klima im nördlichen Nadelwaldgürtel ist besonders durch den ausgesprochenen Winter mit Schneelage und Dauerfrösten bestimmt. Die Temperatur des käl-

testen Monats beträgt daher mindestens -2 bis -3° , steigt aber in den kontinentalen Innengebieten, wie in Sibirien, zu den ungeheuren Kältegraden von -40 bis -50° (Jakutsk bzw. Werchojansk). Die Sommerwärme ist trotzdem dort nicht gering (19 bzw. 15^o Durchschnitt im wärmsten Monat). In den sommerkühlsten Teilen an der Waldgrenze sinkt sie bis zu etwa 10° C herab. In den wärmeren Teilen des Nadelwaldgürtels, wie im südlichen Sibirien und auch im südlichen Kanada, steigt die Temperatur des wärmsten Monats sogar über 20° . Die Niederschläge sind in den sommerwärmeren Gebieten sehr reichlich, 1000 mm und mehr, in den kühleren, wo die Verdunstung entsprechend herabgesetzt ist, sinkt sie auf 500 mm und sogar hier und da noch erheblich darunter (in Nordsibirien bis zu 200 bis 300 mm!).

Trotz der ökologischen Verarmung des Waldbildes im ganzen zeigt diese letzte bis an die Grenze der Lebensfähigkeit des Waldes überhaupt gehende Waldform dank ihrer besonderen Anpassungsformen doch ein großes Maß von Lebenskraft und einen hohen wirtschaftlichen Wert. In ihr stecken noch große unaufgeschlossene Holzreserven für die Zukunft der Menschheit auf der nördlichen Halbkugel der Erde. Die Bewirtschaftung der Nadelwaldungen und ihre waldbauliche Behandlung wird daher immer eine Hauptrolle in der forstlichen Lehre wie Praxis zu spielen haben.

Zusammenfassende Übersicht über die verschiedenen Waldformen in horizontaler Erstreckung (Waldzonen). Sehen wir von den durch besondere Niederschlagsverhältnisse (Dürre im Sommer oder in anderen Teilen des Jahres) bedingten Abarten der großen Waldformen wie dem wintergrünen Laubwald (Teakwald) oder den Savannenwäldern ab, so bleiben als Haupt- und Grundformen im großen und ganzen nur die vier: Der tropische Regenwald, der immergrüne Lorbeerwald, der sommergrüne Laubwald und der immergrüne Nadelwald. Vergleichen wir deren Lage auf der Erde zueinander (Karte Tafel I), so zeigt sich eine deutliche Zonenbildung von Süd nach Nord, vom Äquator zum Nordpol. Darin erkennen wir den tonangebenden Einfluß, den die nach Norden zu abnehmende Wärme auf die Ausbildung der Waldformen ausübt. Sie ist es, die in den großen Zügen die Haupttypen geformt hat. Das Wärmeklima wird aber nicht allein durch die Breitenlage bestimmt, sondern hierbei wirkt auch die Lage zum Meer bzw. zum Festlandsinneren in starkem Maße mit (ozeanischer bzw. kontinentaler Klimacharakter). Im ozeanischen Gebiet sind alle Gegensätze, besonders die zwischen Sommer und Winter, abgestumpft, im kontinentalen verschärft. Dazu tritt die Verschiedenheit der Niederschläge: im ersteren Gebiet hoch, im letzteren gering. In südlichen Breiten, wo die Wärme im Optimum ist, werden daher die Niederschläge oft ausschlaggebend für die Ausbildung der Vegetationstypen sein, in nördlichen Breiten aber die Wärme und ihre Verteilung über die Jahreszeiten. Ein kontinentales Klima kann hier oft günstiger wirken als ein ozeanisches, weil es die Sommerwärme erhöht. Es verlangt nur Vegetationsformen, die den Verhältnissen eines strengen Winters mit Frost und Schnee angepaßt sind. Auf den bestimmenden Einfluß, den der ozeanische und kontinentale Klimacharakter in den verschiedenen Breiten der Erde auf die Ausbildung der einzelnen Vegetationstypen ausübt, hat neuerdings Brockmann-Jerosch¹ sehr nachdrücklich hingewiesen. Er hat hierfür ein sehr anschauliches Schema entworfen, das die Verhältnisse auf einem idealen Kontinent in großen Grundzügen darstellt und das zweifellos auch einen vortrefflichen Schlüssel für das Verständnis der tatsächlichen Verbreitung der einzelnen Typen bietet (Abb. 16).

H. Mayrs Einteilung der Waldformen. Die Gliederung der Waldformen, wie sie im vorstehenden nach den Ergebnissen der neueren ökologischen Pflanzen-

¹ Brockmann-Jerosch: Baumgrenze und Klimacharakter. Beitr. z. geobotan. Landesaufnahme d. Pflanzengeogr. Komm. d. Schweiz. naturforsch. Ges. Zürich 1919, H. 6.

geographie gegeben wurde, wird auch den besonderen waldbaulichen Gesichtspunkten durchaus gerecht. Doch soll hier noch die Einteilung Heinrich Mayrs, des großen Waldbaulehrers auf dem Münchener Lehrstuhl, angefügt werden, der wohl wie kein anderer forstlicher Lehrer durch seine vielen Weltreisen und seinen langen Aufenthalt im Ausland Gelegenheit gehabt hat, die verschiedenen Waldformen der Erde aus eigener Anschauung kennenzulernen, und der diese Kenntnis zu einer wahrhaft klassischen forstlichen Klimalehre ausgebaut hat. Seine Einteilung deckt sich auch größtenteils mit der heute allgemein üblichen, sie gibt nur den einzelnen Formen kürzere, andere Namen, die sich in der forstlichen Literatur weitgehend eingeführt haben.

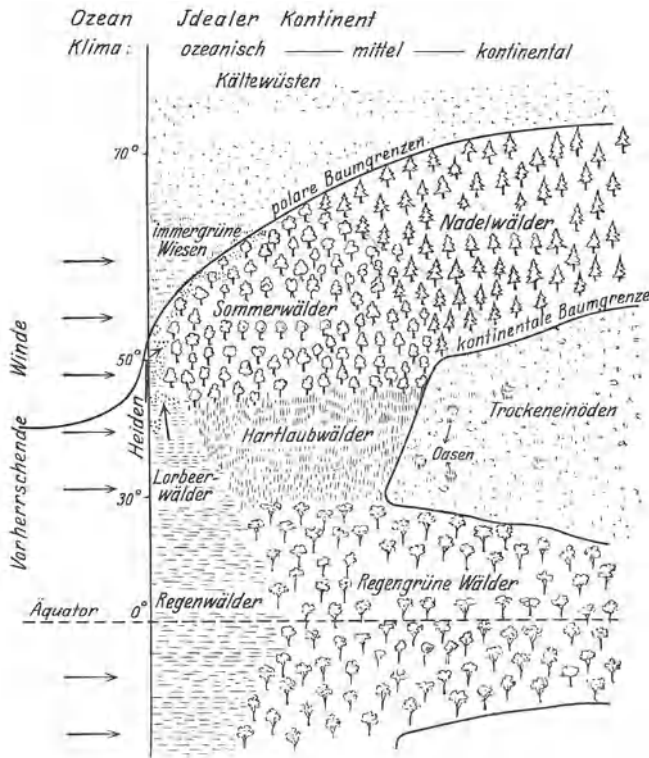


Abb. 16. Schema der Verteilung der verschiedenen Vegetationstypen nach Wärme und Feuchtigkeit auf einem ideal gedachten Kontinent. (Aus Brockmann-Jerosch.)

Den tropischen Regenwald nennt Mayr nach einer seiner eigentümlichsten, wenn auch durchaus nicht vorherrschenden Baumform, den Palmen, kurzweg das Palmetum. Die zweite Form bezeichnet er mit Lauretum und führt als besonders charakteristisch für sie Lorbeerbäume und immergrüne Eichen an. Als landwirtschaftliche Kulturpflanzen dieser Zone nennt er Citrusarten, Baumwolle, Zuckerrohr, Reis.

Den winterkahlen Laubwald hat er in zwei Hälften geteilt, und hierin liegt entschieden eine große Feinheit für unsere besonderen waldbaulichen Zwecke. Die wärmere Hälfte nennt er Castanetum nach dem bezeichnenden Vorkommen verschiedener Castanea-Arten in Europa, Asien und Nordamerika. Daneben treten überall sommergrüne Eichen sehr stark in den Vordergrund und einige Laubholzgattungen, die in der Hauptsache die kühlere Hälfte meiden, wie Aesculus, Platanus, Juglans, Carya, Liriodendron, winterkahle

lichen, sie gibt nur den einzelnen Formen kürzere, andere Namen, die sich in der forstlichen Literatur weitgehend eingeführt haben.

Mit der heutigen pflanzengeographischen Nomenklatur sind sie allerdings nicht zu vereinigen, da das von Mayr seinen Namen angehängte -etum heute nur noch für die Unterstufen der Formationen gilt, die sog. Assoziationen, d. h. jene letzten Gesellschaftseinheiten, die in der Hauptsache nur von einer bestimmten Art beherrscht werden. So versteht die heutige Pflanzenökologie unter Picetum nicht, wie H. Mayr, den immergrünen Nadelwald schlechthin, sondern eben nur denjenigen, der aus der Fichte gebildet wird. Und man setzt dazu noch den besonderen Artnamen im Genitiv, also z. B. *Picetum excelsae*, und fügt dazu noch ergänzend die Begleitflora im Adjektiv an, z. B. wenn *Vaccinium-* oder *Hylocomium-* Arten diese bilden, *Picetum excelsae vaccinosum* oder *hylocomiosum*. Das ist also bei der Mayrschen Einteilung einschränkend zu beachten.

Magnolien u. a. m. Landwirtschaftliche Kulturpflanzen sind: Reis, Wein, Tabak, Maulbeere und edelste Obstarten. Die kühlere Hälfte oder das Fagetum wird durch die verschiedenen Buchenarten bezeichnet, die in allen drei nördlichen Erdteilen besonders in den Vordergrund treten. Das Vorkommen der sommergrünen Eichenarten ist schon geringer wie im vorigen Abschnitt.

Eine große Zahl der mehr Wärme liebenden ist mehr oder minder ganz ausgeschieden (in Europa z. B. *Quercus cerris* und *conferta*, in Japan *Quercus serrata* und *glandulifera*, in Nordamerika *Quercus alba*). Ebenso fehlen die wärmebedürftigen Eßkastanien, Platanen, Nußbäume u. a., während Ahorne, Eschen, Linden, Erlen und nahestehende Arten den Buchenwald als Mischhölzer durchsetzen. Landwirtschaftliche Kulturpflanzen sind Hopfen, Weizen, Gerste, Winterroggen.

Die vierte Zone bilden die Nadelwälder von Fichten-, Tannen- oder Lärchenarten des Picetum bzw. Abietum oder Laricetum. (Die Pinusarten hielt auch Mayr für klimatisch nicht bezeichnend und hat daher nach ihnen keine Waldzone benannt.) Neben Fichten-, Tannen- und Lärchenarten treten nur noch wenige Laubhölzer, und zwar fast ausschließlich nur aus den Gattungen *Betula*, *Populus*, *Alnus*, *Salix* und *Sorbus* auf. Landwirtschaftlich: Sommerroggen, gepflegte Wiesen.

Als fünfte Stufe hat Mayr schließlich die schon nicht mehr dem Wald angehörende Zone der Halbbäume und Krummhölzer an den Waldgrenzen als Polaretum bzw. im Hochgebirge als Alpinetum angeschlossen. Sie wird bezeichnet durch krüppel- oder strauchwüchsige Fichten, Tannen, Lärchen oder Kiefern und ebensolche buschartigen oder kriechenden Weiden, Erlen, Pappeln und Birken. Landwirtschaftlich: ungepflegte Alpenweiden.

H. Mayr gibt in seinem Waldbau ein sehr ausführliches und wertvolles Verzeichnis der in den verschiedenen Stufen der einzelnen Länder auftretenden Holzarten. Und es ist immer wieder überraschend und lehrreich, bei einem Vergleich festzustellen, wie in verschiedenen Erdteilen die entsprechenden Waldzonen immer die gleichen oder doch nahe verwandten Gattungen, ja selbst Arten, aufzuweisen haben. Dies tritt besonders mit zunehmender Schärfe von Süd nach Nord hervor und deutet nicht nur auf den gemeinschaftlichen Ursprung der Pflanzenwelt hin, sondern auch auf den Einfluß, den das Klima auf die Ausformung und Verschiebung der Gattungen und Arten auf die ihren besonderen Lebensbedingungen entsprechenden Plätze ausgeübt hat.

Eine Reihe wichtiger meteorologischer Daten für die einzelnen Waldgebiete, so der Temperatur, der relativen Luftfeuchtigkeit und der Niederschläge während der sommerlichen Vegetationszeit, der Monate mit erstem und letztem Frost und der tiefsten beobachteten Temperaturen vervollständigen diese Grundlage bei Mayr in wertvollster Weise¹.

4. Kapitel. Die Waldformen nach Höhenstufen (Waldregionen).

Wie die Verschiedenheiten des Klimas in horizontaler Erstreckung über die Erde hin verschiedene Waldformen geschaffen haben und Zonen mit verschiedenen Typen bilden, so ist das auch in vertikaler Richtung auf allen höheren Gebirgen der Fall. Man spricht hier von Regionen. Die Unterschiede drängen sich im Gebirge, durch die rasche Änderung der klimatischen Elemente bedingt, auf kleineren Flächen zusammen. Man kann hier den Wechsel des Landschafts-

¹ Mayr, H.: Waldbau, S. 60ff.

und Waldbildes vom immergrünen Lorbeerwald durch den sommergrünen Laubwald und den Nadelwald bis zur alpinen Waldgrenze oft in einigen Stunden des Aufstieges erleben und durchwandern, während in der Ebene oft ebenso viele oder noch mehr Tagereisen dazugehören würden. Es war wohl zuerst Alexander von Humboldt, der nach seiner 1802 unternommenen kühnen Besteigung des Chimborasso in Südamerika auf die Ähnlichkeit dieses Wechsels in der Ebene nach Norden und im Gebirge nach der Höhe zu aufmerksam gemacht hat und sie in großzügiger Weise in eine gesetz- und zahlenmäßige Beziehung zu bringen versuchte.

Humboldt hatte danach folgende Reihe aufgestellt:

Höhe ü. d. Meere	Mitteltemperatur °C	Erdzonen mit ähnlicher Temperatur im Meeresniveau. Breitengrade	Charakteristische Gewächse
0—600	27,5	0—15	Palmen und Bananen
600—1200	24,0	15—23	Baumfarne und Feigen
1200—1900	21,0	23—34	Myrten- und Lorbeergewächse
1900—2500	19,0	34—45	Immergrüne Laubhölzer
2500—3100	16,0	45—58	Sommergrüne Laubhölzer
3100—3700	13,0	58—66	Nadelhölzer
3700—4400	8,5	66—72	Alpenrosen
4400—4800	4,5	72—82	Alpenkräuter
über 4800	1,5	82—90	Kryptogamen (Ewiger Schnee)

Es hat sich freilich bei der weiteren pflanzengeographischen Durchforschung der Erde herausgestellt, daß diese schematische Abgrenzung nicht überall und in einzelnen zutrifft. Viele Hochberge in der äquatorialen Gegend zeigen in ihren oberen Lagen weder die Stufen des sommergrünen Laubwaldes noch des Nadelwaldes, auch liegt die Waldgrenze sehr verschieden hoch.

So geht nach Schimper im feuchten Westjava der tropische Regenwald zwischen 1500—2000 m in einen subtropischen über, der dann sehr rasch eine Form annimmt, in der Farne und Moose Boden und Bäume beherrschen, diese oft in dichten meterlangen Schleiern überziehend. Bei 2800 m folgt unmittelbar eine Krummholzzone, die bis zum 3000 m hohen Gipfel emporsteigt. Auf den Hochbergen des westlichen Java dagegen, wo eine ausgesprochene Trockenzeit herrscht, zeigt schon der untere Wald, wenn auch im ganzen noch den Charakter des tropischen Regenwaldes, doch schon reichlicheren Laubfall (Anklänge an den Monsunwald), geht dann aber von 1800—2800 m gleich in einen mehr und mehr aufgelösten Savannenwald mit ausgeprägtem Trockencharakter über und hört bei 2800 m ganz auf. Darüber herrscht dann eine Trockengrasflur, die alpine Steppe. Vom Kilimandscharo (6010 m) berichtet Volken¹, daß seine untere Stufe von relativ niedrigem, mehr xerophilem Wald bedeckt ist, während er von 1800—3000 m zwar etwas üppiger wird, aber sich auch kaum über 18—20 m Höhe erhebt und trotz einzelner Lianen und starker Entwicklung von Unterwuchs nicht eigentlich tropisch genannt werden kann, da ihm die typischen Formen dieses Waldes, vor allem die Palmen, ganz fehlen. Von 3000 m an bis etwa zu 4500 m schließt gleich wieder die alpine Steppe an, die von Gräsern, Cyperaceen, Knollen- und Zwiebelgewächsen und buschartigen Ericaceen gebildet wird, und bei 4800—5000 m hören dann auch die letzten Vorposten des Pflanzenlebens überhaupt auf. Im westlichen Nordamerika zeigen die Gebirge auf der dem Stillen Ozean zugekehrten Seite in den oberen Höhengürteln prächtigen Nadelwald, während auf der trockenen Landseite in den gleichen Lagen die Prärie herrscht.

Solche Abweichungen von dem Humboldtschen Schema zeigen sich noch vielfach und nicht nur in den Tropen, sondern auch in den gemäßigten Zonen der südlichen Halbkugel, in geringerem Grade auch auf der nördlichen Halbkugel. Sie sind durch besondere Eigentümlichkeiten des Klimas, den mehr kontinentalen bzw. maritimen Einschlag, insbesondere durch die sehr wechselnden Feuchtigkeitsverhältnisse in den Hochgebirgen der verschiedenen Weltgegenden bedingt.

¹ Volken: Der Kilimandscharo. Berlin 1897.

Trotzdem behält das Grundsätzliche in dem genialen Entwurf Alexander von Humboldts seinen bleibenden Wert, nämlich der Gedanke, daß die mit der Höhe wie mit der nördlichen Breite abnehmenden Wärmeverhältnisse auf der ganzen Erde eine gleichsinnige und ähnliche Veränderung im Vegetationstyp hervorrufen. (Man muß nur hinzufügen: unter sonst annähernd gleichen Standortverhältnissen, insbesondere annähernd gleicher Feuchtigkeit und gleichem Boden.) Namentlich gilt das innerhalb kleiner Erdgebiete. So finden wir z. B. in Europa auf den höheren Gebirgen fast überall die deutliche Bildung von Regionen mit der Reihenfolge von unten nach oben: immergrüner Lorbeerwald, sommergrüner Laubwald, Nadelwald, Krummholzgürtel, ja in der Region des sommergrünen Laubwaldes sogar noch die deutliche Unterteilung von Mayr: untere Hälfte Castanetum, obere Hälfte Fagetum.

Die unteren Stufen können natürlich nur da auftreten, wo eine genügend südliche Lage des Gebirges dies gestattet, d. h. wo auch die umgebende Ebene diesen Waldtyp zeigt, das Lauretum also z. B. nur in den Gebirgen der Mittelmeerländer. Die oberen Gruppen, z. B. das Picetum oder der Krumm- und Strauchholzgürtel (Alpinetum Mayrs) finden sich ebenso nur da, wo die Gebirge entsprechend hoch genug emporragen.

Mit dem bestimmenden Einfluß, den die Wärmeverhältnisse der betreffenden Breitengrade ausüben, hängt es auch zusammen, daß die Höhenstufen der Vegetation im Süden höher im Gebirge hinaufrücken und sich mit abnehmender Breite immer mehr senken, bis im hohen Norden gewissermaßen die oberste Stufe, die Waldgrenze, auf den Nullpunkt herabgeht und hier mit der entsprechenden Grenzlinie in der Ebene zusammenfällt.

So liegt nach H. Mayr das Castanetum z. B. in Nordafrika (Atlas) zwischen 1000—2000 m, im südlichen Italien zwischen 500—1000 m, im nördlichen Italien zwischen 0—400 m und in Tirol steigt es nur bis etwa 300 m auf.

In den Gebirgen Südeuropas bildet also im allgemeinen die Edelkastanie mit den begleitenden Holzarten, besonders vielen wärmeliebenden Eichen, den untersten Gürtel des geschlossenen Waldes¹, dann folgt nach oben die Buche und darüber die Tanne. Die Fichte fehlt, wenigstens in Spanien und auf der Apenninhalbinsel, ganz und tritt auf dem Balkan nur im mittleren und nördlichen Teile auf. In Mitteleuropa bildet sie dagegen allgemein mit der Tanne zusammen, in Nordeuropa ohne diese allein die Stufe des Picetums. Schon in der nördlichen Schweiz und darüber hinaus nach Norden zu in den deutschen Gebirgen fällt im Zusammenhang mit der nördlichen Breitenlage die unterste Stufe, das Castanetum, aus. Es ist häufig nur ausklingend dadurch angedeutet, daß die Edelkastanie, künstlich angebaut, in den untersten Berglagen gut gedeiht (Heidelberger Stadtwald) und die Eichenbestockung hier vor der Buche stark in den Vordergrund tritt, während sich das reine Fagetum mit der Vor- oder Alleinherrschaft der Buche erst in den etwas höheren Lagen zeigt.

Das Picetum wird auch in den westlichen Lagen der Schweiz und Deutschlands mehr durch die Edeltanne vertreten, die dort oft einen reinen Tannengürtel (Abietum) über der Buche bildet (Schweizer Jura, Vogesen, Schwarzwald, übrigens auch in den Pyrenäen), während sie in den kontinentaler gelegenen Gebirgen mehr als Mischbestand im oberen Teil des Fagetums und in den unteren Stufen des Picetums verschwindet (Bayrischer Wald, Erzgebirge, Sudeten, Kar-

¹ Der immergrüne Lorbeerwald mit den dazugehörigen Baumarten bildet meist nur lockere und niedrige Bestände, die im forstlichen Sinne dem Begriff des geschlossenen Waldes nicht mehr ganz entsprechen.

pathen). Die Fichte bildet dort allein den obersten Waldgürtel. Darüber liegt dann schließlich der Krummholzgürtel von Bergkiefern (*Pinus montana*), Grünerlen (*Alnus viridis*), im Osten (z. B. Karpathen) gemischt mit Zwergwacholder (*Juniperus nana*), im Westen (Schweiz und bayrische Alpen) auch vielfach von Alpenrosen (Rhododendronarten) durchsetzt. Im nördlichen Europa (Skandinavien) fällt dann auch die Stufe des Fagetums in den untersten Lagen weg und im Gebirgswald ist allein nur noch das Picetum vertreten.

So prägt sich also das Herabsinken der einzelnen Höhenstufen nach Norden zu deutlich aus. Feste Zahlen hierfür zu geben ist schwierig, da solche infolge der durch die Wirtschaft hervorgerufenen Veränderungen des natürlichen Waldbildes vielfach künstlich herauf- und heruntergeschoben sind. Besonders gilt das von den unteren Grenzen der einzelnen Stufen.

So ist z. B. durch den massenhaften Anbau der Fichte in der ehemals reinen Laubholzzone die untere natürliche Grenze des Picetums in Mitteleuropa vollständig verwischt und kaum noch sicher festzustellen. Auch die oberen Grenzen sind vielfach stark durch menschliche Einflüsse (Aushiebe, Kahlschläge, Weidebetrieb) verschoben. Aber hier haben sich doch stellenweise und zahlreicher einzelne natürliche Vorposten erhalten, die eine Rekonstruktion im ganzen ermöglichen und gestatten.

Es seien daher hier nur einige durchschnittliche obere Höhengrenzen von Buche und Fichte nach Willkomm¹ in abgerundeten Zahlen gegeben:

	Breitengrad	Durchschnittliche obere Grenze der	
		Buche m	Fichte m
Norwegen	59	190	950
Harz	51	650	1000
Erzgebirge	50	850	1230
Bayrischer Wald	49	1220	1470
Tiroler Alpen	47	1540	2070
Zentralapennin	42—43	1840	fehlt
Ätna	37	1970	fehlt

Wenn diese Zahlen im einzelnen auch nicht völlig richtig sein mögen und mancher Kritik unterliegen dürften, so bringen sie doch das große Gesetz der sinkenden Stufengrenzen mit zunehmender nördlicher Breite deutlich zum Ausdruck.

5. Kapitel. Die polare und alpine Waldgrenze.

Eine besondere Betrachtung erfordert noch jene Linie, an der der Wald nicht nur im wirtschaftlichen, sondern auch im ökologischen Sinne seine Grenze infolge abnehmender Wärme findet. Wie wir schon sahen, ist das sowohl im hohen Norden wie in entsprechend hohen Gebirgen der Fall. Wir nennen die eine die polare, die andere die alpine Waldgrenze. Die Formen und Lebenserscheinungen besonderer Art, die sich bei dieser Grenzbildung zeigen, sind in den großen Zügen wohl beiden gemeinsam, im einzelnen freilich, besonders in der Begleitflora, zeigen sich manche Abweichungen.

Die großen gemeinsamen Grundzüge sind die, daß an beiden Grenzen der Wald zunächst seine Geschlossenheit verliert und sich in Horste und Trupps auflöst, und daß die Bäume immer niedriger werden, bis sie schließlich zum Strauch oder Busch herabsinken. Zwei wichtige Aufbaugrundlagen: Schlußstand und Höhe, gehen verloren, und damit hat der Wald nach unserer Begriffsbestimmung sein Ende erreicht. Welche von den beiden Grundlagen

¹ Willkomm: Forstliche Flora von Deutschland und Österreich. Leipzig 1887.

zuerst und am stärksten Einbuße erleidet, ist schwer zu sagen und noch wenig untersucht. Im allgemeinen dürfte beides Hand in Hand gehen, d. h. mit der sinkenden Höhe lockert sich auch der Schluß. Nimmt man aber die Baumgrenzen bei 5 m an¹, so ist die Auflösung des Waldes in einzelne Horste fast immer schon früher erfolgt. Die Grenze des geschlossenen Waldes gegen die Stufe der Horstbildung ist allerdings recht schwer festzustellen und im Hochgebirge sehr stark durch Weidebetrieb (Almwirtschaft) künstlich verändert. Diese Grenze müßte man richtigerweise allein Waldgrenze nennen. Sehr häufig wird dieser Ausdruck aber auch in der Literatur mit der Baumgrenze durcheinandergeworfen. Man spräche vielleicht noch richtiger von Waldbestandsgrenze. Sie liegt in allen Fällen unter bzw. vor der Baumgrenze. (In den europäischen Gebirgen wird sie meist etwa 50—150 m tiefer liegen, an der polaren Grenze wird sogar ein Auseinanderliegen um 1—1½ Breitengrade angegeben².) Über die Baumgrenze hinaus sinkt dann die Höhe der Holzgewächse meist sehr rasch. Dabei bleibt aber die Gesellungsform in Horsten oder Trupps meist noch erhalten, ja dort, wo andere neue Holzarten an Stelle der waldbildenden Baumarten auftreten, wie Legföhren (*Pinus pumilio*), Grünerlen (*Alnus viridis*), Alpenrosen u. a., ist die Horstbildung meist noch recht dicht, und es treten sogar noch ausgedehnte geschlossene Bestände dieser Sträucher auf.

Erst an der äußersten Grenze der Krummholz- oder Gebüschstufe löst sich auch diese dann in einer meist schmalen Zone in einzelne, meist nur noch zwerg- und krüppelhafte Einzelsträucher auf. Damit ist die sog. Krüppelgrenze erreicht, die im großen und ganzen in unseren mitteleuropäischen Gebirgen etwa 100—200 m über der Baumgrenze anzunehmen sein dürfte³.

Wir haben also an der Waldgrenze im allgemeinen drei Unterstufen⁴ zu unter-



Abb. 17. Fichtengebirgswald beim Übergang zur Waldgrenze (Glatzer Gebirge bei 1000 m Höhe). Auflösung des Bestandeschlusses, Hornäste, alte Wipfelbrüche durch Schnee, Bartflechtenbehang. Das Aussehen des Waldes wird rauh und struppig. Aufn. von Dengler.

¹ Leider herrscht über die Grenzhöhe gar keine Einigkeit (8, 5, 3 m!). Da das Herabsinken der Höhen aber verhältnismäßig sehr rasch vor sich geht, spielt das keine allzu entscheidende Rolle!

² Pohle: Pflanzengeographische Studien auf der Halbinsel Kanin. Acta Horti Petropolitani Bd. 31, S. 48, 1903.

³ Natürlich nur die durchschnittliche Grenze! Einzelne Krüppelsträucher finden sich oft noch 300 und mehr Meter über der Baumgrenze!

⁴ Schroeter (Das Pflanzenleben der Alpen, S. 27) unterscheidet noch weitere Unterstufen, z. B. die Jungwuchsgrenze, die rationale Baumgrenze, d. h. die der obersten Bäume

scheiden: die Waldbestandsgrenze, die Baumgrenze und die Krüppelgrenze, wobei nach unserer Begriffsbestimmung die beiden letzteren schon außerhalb des Waldes liegen.



Abb. 18. Armleuchterbildung bei der Fichte infolge Schneebruchs im Hochgebirge (Obladis i. Tirol, ca. 1400–1500 m).
Phot. F. Schwarz.



Abb. 19. Sog. Kamelfichte am Achtermann i. Harz (durch wiederholten Schneedruck und Wiederaufrichtung entstanden).

Neben diesen Hauptzügen in der Veränderung des Waldbildes zeigen sich aber noch einige andere. Schon vor dem Beginn der eigentlichen Auflösung des Waldbestandes in Horste beginnt im Bestand eine Lockerung, ein Auseinanderrücken der Bäume voneinander. Die Kronen reichen infolgedessen tiefer herunter, die unteren Äste sterben langsamer ab und halten sich infolge ihres zäheren und harzreicheren Holzes auch im abgestorbenen Zustande noch lange als sog. Hornäste am Baum (vgl. Abb. 17). Sie geben im Verein mit dem dichten Flechtengewuchs, der sie bedeckt und oft in langen Schleiern von ihnen herabhängt (*Usnea barbata*, Rübzahl's Bart im Riesengebirge!) dem Wald ein

rauhes und struppiges Aussehen, das sich nach der Grenze zu immer mehr verstärkt. Dazu kommt noch die häufige Einwirkung von Wind und Schnee, die die Kronen ausbrechen. Durch Aufrichten von Seitenzweigen als Ersatz kommt es dann zu sog. Bajonett- oder Kandelaberbildungen (s. Abb. 18). Oder durch wiederholten Schneedruck (Umbiegen) junger Stämmchen und Wiederaufrichten werden so groteske Bildungen wie die sog. Kamelfichte am Achtermann im Harz (Abb. 19) hervorgerufen. Überhaupt sieht man gerade in dieser Kampfzone des Waldes viele besonders malerische und interessante Baumformen (Wetterbäume). Ebenso finden sich da, wo der Weide-

mit reifen, keimfähigen Samen u. a. m. Bei der Unsicherheit der ganzen Abgrenzung in der Natur erscheint dies unnötig weitgehend.

und Almbetrieb in die Waldgrenze eingegriffen hat, eigenartige Verbißformen im Jungbestand (Kuhbüsche, Geißtannli) und oft riesige und dichte Kronenbildungen bei einzelnen emporgewachsenen Altbäumen (Weidbuchen, Weidfichten) (Abb. 20). Die Auflösung des Bestandes zum lockeren Schluß und weiter zum Gruppen- und Einzelbestand hat man im allgemeinen, und wohl mit Recht, als zweckmäßig zur besseren Ausnutzung von Licht und Sonnenwärme in jenen Lagen gedeutet, wo die Wärme allmählich zu gering zu werden droht. Die Kürze der jährlichen Triebe und die Feinheit der Jahresringe, die im Holzkörper angelegt werden, sind die natürlichen Folgen. Der Zuwachs ist meist minimal, und der Wald spielt in solchen Lagen kaum noch eine Rolle als Wirtschaftswald, sondern er ist meist nur noch Schutzwald gegen die Gefahren der Bodenabschwemmung, der Stein- und Murgänge, gegen Wildbach und Lawinenbildung. In einzelnen Fällen aber kann, allerdings meist noch unterhalb der eigentlichen Waldgrenze, an besonders astreinen Bäumen auch ein sehr wertvolles und seltenes, durch seine Feinringigkeit und Gleichmäßigkeit zum Instrumentenbau verwendetes Holz erzeugt werden, das sog. Resonanzholz.

Über das Alter und die Wuchsverhältnisse der Bäume an der polaren Waldgrenze hat uns Kihlmann für Lappland einige sehr bemerkenswerte Daten gegeben. Danach erreichen Kiefer und Fichte dort noch das Alter von 200—300 Jahren, vereinzelt auch noch schätzungsweise bis zu 600 Jahren! Das Alter ließ sich an diesen stärksten Bäumen nicht mehr genau feststellen, da der Kern schon vollständig faul war. Die Höhe der 200—300jährigen Bäume



Abb. 20. Sog. Kuhbüsche am Schauinsland im Schwarzwald (Verbißformen der Rotbuche auf Hochweiden). Rechts Auswachsen zu einem breitkronigen Einzelbaum (Weidbuche).



Abb. 21. Fichtengruppe an der polaren Waldgrenze auf der Halbinsel Kola. (Nach A. O. Kihlmann.) Die scheinbaren Jungfichten um den alten Stamm herum sind wahrscheinlich alle nur durch Absenkerbildung der untersten aufliegenden Äste entstanden.

betrug aber meist nur 10—13 m, und der Durchmesser in Brusthöhe (mit Rinde gemessen) ging selten über 30 cm hinaus, die durchschnittliche Jahresringbreite betrug also nur 1 mm! Bei den Birken ließ sich Alter und Zuwachs nicht genauer ermitteln, da sie meist aus Ausschlag entstanden, mehrstämmig und strauchig erwachsen waren, doch dürften sie nach den wenigen ermittelten Zahlen eher noch etwas geringer sein.

Die Bildung von Horsten und Gruppen, die unterhalb der Baumgrenze noch aus normalen Einzelindividuen bestehen, nimmt darüber hinaus meist einen ganz anderen Charakter an und hat dann auch eine andere Entstehungsart, worauf man bisher noch wenig geachtet zu haben scheint. Fast immer zeigt sich nämlich, daß in diesen niedrigen Gruppen ein oder einige höhere und stärkere Stämmchen in der Mitte stehen, und daß rings herum sich kleinerer und jüngerer Nachwuchs gruppiert, der, scheinbar durch Samenabfall der Mutterbäume entstanden, sich unter ihren Schutz geflüchtet und dort entwickelt hat (Abb. 21). Versucht man diesen aber auszuziehen, so zeigt sich, daß es nur Absenker von den untersten Ästen dieser Mittelstämme sind. Auf dem feuchten Boden auflagernd und von Moos und Humus überdeckt, haben sie sich bewurzelt, aufgerichtet und schließlich ganz wie selbständige Stämmchen entwickelt. Man findet auch gelegentlich das weitere Entwicklungsstadium, wo der Mutterstamm infolge seines Alters abgestorben oder schon verfault ist. Die Lücke in der Mitte der Gruppe weist aber auf sein ehemaliges Vorhandensein und die gleiche Entstehung derselben hin. Diese Art der Horstbildung an und oberhalb der Baumgrenze scheint wenigstens bei der Fichte viel häufiger und weiter verbreitet zu sein, als bisher bekannt war. Ich fand sie bei eignen Beobachtungen am Harz, im Riesengebirge, in der Tatra, den Karpathen und den bosnischen Hochgebirgen immer wieder, oft fast als einzige Verjüngungs- und Verbreitungsform, neben der sich einzelnstehende, zweifellos aus Samen entstandene Pflänzchen nur ganz selten nachweisen ließen.

Die Kiefer zeigt diese Fortpflanzungsmöglichkeit an der Baumgrenze aber nicht, weder an der polaren noch der alpinen. Daher sind ihre letzten Vorposten hier wie dort offenbar aus Samen entstandene, kümmerlich und buschig erwachsene Einzelstämme. Ein gewisser Ersatz dafür ist an der alpinen Baumgrenze die Herausbildung einer strauchig wachsenden neuen Art mit niederliegenden Ästen, wie z. B. der Latsche (*Pinus montana pumilio*).

Je mehr man die Baumgrenze überschreitet, desto mehr spielen Sturm sowie Schnee- und Eisanhang schließlich die entscheidende Rolle im Kampf um das letzte bißchen Leben, das der weiter unten so hochragende und stolze Waldbaum hier nur noch als Krüppel fristet. Die Frage nach den letzten ausschlaggebenden Faktoren, die das Herabsinken des Baumwachses an der Waldgrenze zum Krüppel bedingen, ist von Kihlmann in seinen berühmten „Biologischen Studien aus Russisch-Lapland“ zuerst untersucht worden. Er hat sie im allgemeinen dahin beantwortet, daß es die extremen, über der winterlichen Schneedecke auftretenden Kältegrade seien, die bei tief gefrorenem Boden und trockenkalten Winden ein Erfrieren bzw. Vertrocknen der über die Schneedecke hervorragenden Spitzen bewirkten. Bis zur Höhe der durchschnittlichen Schneelage ist gewöhnlich eine ziemlich dichte Beastung und Benadelung vorhanden. Darüber hört sie dann plötzlich auf, und es finden sich meist abgestorbene Spitzen und Äste. Es kommt dabei nach Kihlmann im hohen Norden oft zur Bildung förmlicher Platten und Tische, deren Oberfläche mit der Schneehöhe zusammenfällt.

In den mitteleuropäischen Gebirgen aber liegt die Sache jedenfalls vielfach anders. Solche extremen Kältegrade wie an der Polargrenze kommen in unseren Hochgebirgen im Winter gar nicht vor. Durch Beobachtungen und Aufnahmen an der Baumgrenze im Harz konnte ich nachweisen¹, daß dort zwar auch eine

¹ Dengler: Die Wälder des Harzes einst und jetzt. Z. f. Forst- u. Jagdwes. 1913, H. 3.

untere, dicht benadelte Zone bis zur Schneehöhe und darüber eine kahle Schicht von abgestorbenen und abgebrochenen Zweigen auftritt, daß aber über dieser an den meisten Stämmchen oft wieder ein kleiner grüner Wipfel erscheint (vgl. Abb. 22). Genauere Beobachtungen zeigten, daß die kahle Zone über der Schneelinie fast überall nur auf die mechanische Wirkung des Windes zurückzuführen ist, der im Winter bei gefrorenem Astwerk und Schneeauflage einzelne Zweige an der Ansatzstelle vollständig ausbricht (vgl. Abb. 23) oder andere durch gegenseitiges Reiben und Peitschen entnadeln und beschädigt (Abb. 24). Daß die oberen Wipfelspitzen verschont und daher grün und lebensfähig bleiben, hängt offenbar mit der Kürze der obersten Seitenzweige zusammen. Erst mit ihrer Verlängerung und der Vergrößerung des Hebelarmes setzen die schweren mechanischen Beschädigungen ein. Zahlreiche Beobachtungen in anderen unserer Hochgebirge haben mir die weite und allgemeine Verbreitung dieser Erscheinung bestätigt¹.



Abb. 22. Fichtenkrüppelhorst über der Baumgrenze im Schwarzwald. Über der durchschnittlichen Schneehöhe kahle Zone, darüber an der Spitze grüne Krönchen mit einseitiger Ausbildung (Windfahnen).
Aufn. von Klein.

Es ist also eine Verkettung von ungünstigen Faktoren, die zur Bildung der Wald- und Baumgrenze führen: Erst zwingt die abnehmende Wärme den Wald zur Auflösung seines Bestandesschlusses; dadurch werden aber die Bäume nun der Gewalt des Windes preisgegeben, so daß sie sich schließlich nur noch als Sträucher bis zur Höhe der Schneedecke entwickeln können. Mit zunehmender Höhe und längerer Dauer der Schneedecke wird diese selbst aber wieder zum Hindernis, indem sie die Vegetationszeit zu stark verkürzt. Man kann vielfach beobachten, wie die letzten Vorposten der Gehölze im Hochgebirge sich immer auf die Stellen flüchten, wo der Schnee am frühesten auftaut, die sog. „Aperstellen“², soweit nicht Steilgehänge, Steinschotter, Lawingänge und die auf fast allen Hochgebirgen übliche Viehweide hier Unregelmäßigkeiten und Besonderheiten im Grenzverlauf schaffen.

¹ Man hat auch „Schneeschliff“ als Ursache angenommen. Aber damit wäre das Durchwachsen der kleinen Wipfel schwer zu vereinbaren. Meine unmittelbaren Beobachtungen des Astausbruchs sprechen jedenfalls mehr für die oben gegebene Erklärung.

² Vgl. hierzu Bühler: Studien über die Baumgrenze im Hochgebirge. Berichte d. Schweiz. botan. Ges. 1898, H. 8.

In den polaren Gegenden scheint auch die Versumpfung bzw. Vermoorung des Bodens eine große Rolle bei der Grenzbildung zu spielen. Wenigstens flüchten sich dort nach den Schilderungen von Pohle die letzten Vorposten gern auf die sandigen und kiesigen, mehr durchlässigen Böden und auf die kleinen Erhebungen über die versumpfte Tundra, ebenso auch an die besser drainierten Ufer der Flüsse, an denen sie besonders weit nach Norden vorstoßen.

Die Holzarten, die die Wald- und Baumgrenze bilden, sind nicht überall die gleichen. An der polaren Grenze sind es in der Hauptsache immer wieder Fichten-, Kiefern- und Birkenarten, die bis hierhin vordringen (so *Picea excelsa*, *Pinus silvestris* und *Betula pubescens* in Nordeuropa, *Picea alba* und *sitchensis*, *Betula Ermanni* in Nordamerika, *Picea obovata* und *ajanensis* in Nordasien). Doch treten auch Erlen, Espen und Weiden eingemischt auf, und in



Abb. 23. Vom Wintersturm ausgebrochene Äste an den Krüppelfichten am Brocken (drei Seitenäste unterhalb der grünen Krone, bei +, hängen noch am Stämmchen). Phot. A. Dengler.



Abb. 24. Vom Sturm beschädigte Seitenzweige der Fichte aus der kahlen Zone über der Schneelinie (Baumgrenze am Brocken). Es sind nicht nur die Nadeln gegenseitig abgepeitscht, sondern auch die Knospen und kleineren Zweige. Phot. A. Dengler.

Sibirien und dem östlichen Asien bilden auch Lärchen (*Larix sibirica* u. a.) sowie eine Tannenart (*Abies pichta* bzw. *sibirica*) streckenweise die Wald- und Baumgrenze.

An der alpinen Waldgrenze finden wir größtenteils die gleichen Gattungen und sogar Arten oder doch sehr nahe Verwandte wieder. Die Waldbäume zeigen hier ein ähnliches Verhalten wie auch die übrige Flora, in der ebenfalls eine große Anzahl von hochnordischen Pflanzen auf den Hochgebirgsstufen wiederkehrt (sog. arktisch-alpine Florenelemente), trotzdem die Einzelheiten des Klimas (Kälteextreme, Vegetationsdauer, Niederschlagsverhältnisse u. a. m.) doch erhebliche Abweichungen zeigen. Man hat auch hierin wieder den vorwiegenden und ausschlaggebenden Einfluß der allgemeinen Wärmeabnahme zu sehen.

Auffallend ist aber das seltene oder doch nur vereinzelte Vorkommen von Pinus und Betula an der alpinen Waldgrenze gegenüber der polaren. *Betula pubescens* findet sich z. B. nur in Skandinavien häufiger, dort oft einen schmalen Grenzgürtel über der Fichte bildend, sonst tritt sie nur zerstreut und ganz vereinzelt im Hochgebirge auf. *Pinus silvestris* fehlt

sogar in den meisten europäischen Hochgebirgen ganz, dafür tritt ihre Gattungsgenossin *Pinus montana* weit verbreitet als Legföhre oder Krummholz in der Strauch- und Krüppelzone auf, in Baumform auch die Arve oder Zirkelkiefer (*Pinus Cembra*), die besonders in den Alpen, der Tatra und Teilen der Karpathen sehr malerische, knorrige und zerzauste Wetterbäume bildet. Ähnlich findet sich auf dem Balkan an der Waldgrenze stellenweise die Panzerföhre (*Pinus leucodermis*) als nahe Verwandte der in tieferen Lagen bestandsbildenden Schwarzkiefer und die fünfnadelige *Pinus Peuce*. Häufiger aber tritt die Lärche als Grenzbaum mit der Zirbelkiefer und der Fichte zusammen oder doch in nächster Nachbarschaft mit ihnen auf, so besonders in den zentraleuropäischen Gebirgen: den Alpen, der Tatra und den Karpathen. Im südlichen Europa, wo die Fichte fehlt oder doch sehr selten wird, finden wir auch Tannen (so *Abies pectinata* in den Pyrenäen und Apennin, *cephalonica* u. a. in Griechenland, *Nordmanniana* im Kaukasus) und auffallenderweise auch die Rotbuche, die dem hohen Norden doch ganz fehlt. Sie tritt schon in den Vogesen an die Baumgrenze und findet sich ebenso auch als letzter Vorposten in den der adriatischen Küste nahe liegenden Hochgebirgen des westlichen Balkans und der Apenninhalbinsel. Es zeigt sich darin wieder die überaus feine Reaktion auf die mehr ozeanische Tönung des dortigen Gebirgsklimas gegenüber den mehr kontinentalen Gebieten.

Die nördliche Waldgrenze verläuft zwar im allgemeinen in der Nähe des Polarkreises, im einzelnen zeigen sich aber recht beträchtliche und sehr bemerkenswerte Abweichungen.

Der Verlauf ist bei der Unzugänglichkeit und Unwirtlichkeit jener Gegenden und bei der Ungewißheit, ob in den Reiseberichten die Baum- oder Waldgrenze gemeint ist, noch nicht überall ganz sicher. In großen Zügen ist er aber doch so weit bekannt, als dies für unsere Zwecke notwendig ist (vgl. die Abb. 25).

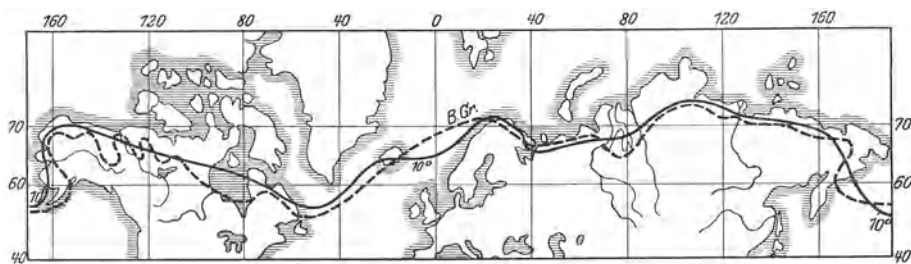


Abb. 25. Verlauf der Wald- und Baumgrenze (— — —) und der 10°-Juli-Isotherme (—) auf der Erde.

In Europa liegt danach die Baumgrenze in Norwegen in der Gegend von Hammerfest bei $70^{\circ} 30'$, senkt sich dann durch die Halbinsel Kola bis etwa zum Polarkreis, überschreitet an diesem den Ural und geht östlich davon bis auf 65° herunter. Dann aber steigt sie wieder ziemlich rasch bis zum 70° Grad (Jenissei) und im mittleren Teil von Nordsibirien (an der Chatanga) erreicht sie schließlich mit $72^{\circ} 40'$ ihren nördlichsten Punkt, um sich darauf im allgemeinen, dem Zuge der Eismeerküste in einem gewissen Abstand folgend, wieder bis zum 65° Grad zu senken. Die Ostküste von Asien am Beringsmeer und am Nordostzipfel des Ochotskischen Meerbusens, sowie die nördlichen Teile von Kamtschatka sollen größtenteils wald- und baumlos sein, so daß die Grenze dann in dem Nordostzipfel Asiens einen scharfen Knick machen würde. Ihr Auslauf auf den Großen Ozean an der Halbinsel Kamtschatka würde etwa auf dem 60° Grad zu suchen sein. Auch die amerikanische Küste des Beringsmeeres ist waldlos. Die Grenzlinie setzt daher dort erst auf der Südküste der Halbinsel Alaska etwa am 59° Grad ein, steigt dann aber in einem großen Bogen mit mehreren tiefen, eigentümlichen Einbuchtungen und Windungen im Norden Alaskas bis zum 69° Grad (Mackenziefuß), um sich von da ab wieder stetig zu senken. An der Hudsonbai hat sie bereits den 59° Grad erreicht, und jenseits derselben geht sie, den Küstenstrich von Labrador frei lassend, bis nach Neufundland herunter, wo sie bei 51° ihren überhaupt südlichsten Punkt erreicht, um von da, den Atlantischen Ozean überquerend, in Norwegen bei Hammerfest wieder mit dem 70° Grad einzusetzen. Auf der Südspitze von Grönland und auf Island kommen zwar einige kleine kümmerliche Birkengehölze vor, doch werden beide Gebiete im allgemeinen als außerhalb der Baumgrenze fallend erachtet.

Die polare Baumgrenze zeigt also zwischen ihrem nördlichsten Punkt in Sibirien und ihrem südlichsten bei Neufundland den bedeutenden Breiten-

unterschied von 22° (d. h. über 2000 km). In beiden Kontinenten, im amerikanischen wie im eurasiatischen, zeigt sie ein ähnliches Verhalten hohen Aufstiegs im westlichen Teil und eines mehr oder minder steilen Abfalls im östlichen Teil. Schon H. Mayr¹ hat dies scharf hervorgehoben und darauf hingewiesen, daß an den Ostküsten beider Kontinente der Wald schon bei einem Breitengrade seine Grenze erreicht, unter dem an den Westküsten nicht nur mächtige Nadelwälder, sondern sogar noch Laubhölzer, wie Eiche und Buche, wachsen!

Vergleicht man den Verlauf der polaren Waldgrenze mit dem der Isothermen, so findet man eine weitgehende Übereinstimmung mit der Sommer- (Juli-) Isotherme. Die Waldgrenze verläuft sehr ähnlich und ganz nahe der 10°-Juli-Isotherme (vgl. Abb. 25). Diese macht ebenso wie jene in beiden Kontinenten den Abfall von W nach O mit, hat ihren Gipfelpunkt ebenfalls im mittleren Nordsibirien, zeigt auch die gleiche Einsackung zwischen Asien und Amerika am Beringsmeer. Man darf nun freilich nicht ohne weiteres den Schluß ziehen, daß eine unter 10° sinkende Temperatur des wärmsten Monats dem Walde überall seine Grenze setzen müßte. Wir werden sehen, daß dies in den Gebirgen durchaus nicht immer der Fall ist. Aber es bleibt doch wenigstens die Tatsache unverkennbar, daß im polaren Gebiet beider Kontinente nicht die durchschnittliche Jahreswärme, auch nicht die Kälte des Winters den Verlauf der Waldgrenze bestimmt, sondern die Höhe der Sommerwärme.

Auch an dem Verlauf der polaren Waldgrenze hat Brockmann-Jerosch² den Einfluß des ozeanischen und kontinentalen Klimacharakters sehr eingehend verfolgt und nachzuweisen versucht. Übrigens ist ja auch die Lage der Sommerisotherme hierdurch mitbedingt, die ja bis zu einem gewissen Grade nur ein Ausdruck für den mehr oder minder kontinentalen Klimacharakter bildet. Daß aber hierbei doch auch noch andere Verhältnisse, wie z. B. die warmen und kalten Meeresströmungen, mitsprechen, dürfte nicht zu verkennen sein. So drückt offenbar der kalte Labradorstrom die Isotherme wie die Waldgrenze im nordöstlichen Amerika so tief herunter, während der warme Golfstrom sie in Nordwesteuropa so hoch hinaufschiebt.

Daß es keine deutliche südpolare oder antarktische Wald- und Baumgrenze gibt, liegt an den schon früher (S. 27) erörterten Verhältnissen: an zu geringer Erstreckung der südlichen Festländer gegen den Pol hin und der viel ausgeglicheneren Winter- und Sommertemperatur. Zwar schneidet die 10°-Sommer- (hier Januar-) Isotherme gerade die Südspitze von Feuerland, aber der milde Winter (+ 5° Julimittel) und die dadurch fast über das ganze Jahr verlängerte Vegetationszeit gleichen dies offenbar so weit aus, daß der Wald noch nicht fehlt. Allerdings ist dieser Wald schon sehr kümmerlich und deutet die unmittelbare Nähe einer antarktischen Waldgrenze an.

Die alpine Wald- und Baumgrenze liegt je nach den Breitengraden sehr verschieden hoch. In den hohen Breiten erreicht sie nur geringe Höhen und fällt theoretisch an der polaren Grenze mit dieser in Seehöhe = 0 zusammen. Nach dem Äquator zu steigt sie immer höher und soll nach H. Mayr bei 10° nördl. Breite ihre höchste Höhe mit 3500 m erreichen. Mayr hat aber nicht angegeben, wo das der Fall sein soll. Jedenfalls zeigen neuere Angaben in der Literatur, daß die Höchstgrenzen schon viel nördlicher (bei 30—40°) erreicht werden.

So soll sie im südchinesischen Hochgebirge zwischen 3000—3500 m liegen³, ebenso am Südrand des Himalaya, wo bis zu 3660 m eine Birkenart (*Betula Bhojpottra*) vordringt⁴.

¹ Mayr, H.: Waldbau, S. 16.

² a. a. O.

³ Rikli in Handwörterbuch der Naturwissenschaften, S. 821.

⁴ Schimper: Ökologische Pflanzengeographie, S. 791.

Ebenso hoch liegt die Baumgrenze in den Rocky Mountains in Nordamerika (unter etwa 40° n. Br.). Dort wird sie nach Rübel¹ und Harshberger² bei 3600 m von einer Kiefer (*Pinus aristata*) gebildet, während eine Fichte (*Picea Engelmanni*) noch bis 3400 m geht. (Drude³ gibt sogar 4000 m an, was aber wohl nicht so richtig sein dürfte.)

Die im äquatorialen Gebiet liegenden Hochgebirge zeigen demgegenüber schon vielfach einen starken Rückgang in den Höhengrenzen des Waldes, wie schon früher (S. 36) erwähnt wurde: so in West- und Ostjava nur 2800 m, am Kilimandscharo 3000 m, in Kamerun sogar nur etwa 2150 m⁴. An diesen Depressionen ist wohl in vielen Fällen nur Mangel an Feuchtigkeit schuld. Auf anderen Hochgebirgen in der Nähe des Äquators, die wenigstens einzelne niederschlagsreichere Seiten haben, wie z. B. im mexikanischen Gebirge (Pik von Orizaba) oder den äquatorialen Anden von Südamerika, erhebt sich daher die alpine Wald- und Baumgrenze auch über 3000 m, ohne jedoch, soweit bisher bekannt, die obengenannten Maximalhöhen zwischen dem 30.—40. Grad n. Br. zu überschreiten bzw. zu erreichen.

Rein und deutlich zeigt sich dann der Abfall der Höhengrenzen mit zunehmender Breite auf der nördlichen Halbkugel. Die Behauptung H. Mayrs, daß man den Verlauf in einer glatten Kurve darstellen und fehlende und unbekannte Zwischenpunkte je nach der Breitenlage einfach daraus ablesen könnte, geht aber zu weit (vgl. die Tabelle). Leider ist ein großer Teil der in der Literatur enthaltenen Höhenangaben noch recht unsicher und nicht einwandfrei vergleichbar, da Wald- und Baumgrenze nicht auseinandergelassen sind und da auch meist nicht gesagt ist, ob es sich um Durchschnitts- oder einzelne Maximalwerte handelt. Die nachstehenden Zahlen können also nur mit einem gewissen Vorbehalt gegeben werden.

Höhenlage der Baumgrenze in Europa.

Breiten-grad	Örtlichkeit	Grenzhöhe m	Holzart	Literaturangabe	Unterschied je Grad m
70	Enare-Lappland	310	Birke	Köppen	—
68	„	460	„	„	+ 75
64	Åreskutan (Norw.)	810	„	Willkomm	+ 88
62	Dovre (Norw.)	1010	„	„	+ 100
60	Nummedalen (Norw.)	1030	Kiefer	„	+ 10
52	Harz	1000	Fichte	„	— 4
49	Bayrischer Wald	1470	„	„	+ 157
47	Bayrische Alpen	1800	„	„	+ 165
46	Walliser Alpen	2300	Lärche, Arve	Imhof	+ 500
44	Montblanc	2200	„	Drude	— 50
42	Apennin	2000	Buche, Tanne	„	— 100
38	Ätna	2000	Buche, Schwarzkiefer	„	± 0
33	Atlasgebirge	1900	Zedern	Schimper	— 20

Aus der letzten Spalte der obigen Tabelle kann man ersehen, daß der Anstieg von N nach S unregelmäßig ist, ja daß sich sogar mehrfach Senkungen dazwischenschieben, wie z. B. am Harz, am Apennin und anderen Punkten. Selbst wenn die Wärme mit abnehmender Breite gleichmäßig zunehmen würde, so wäre doch ein so glatter Verlauf der Grenzkurve, wie ihn H. Mayr annahm, gar nicht zu erwarten. Es machen sich eben noch andere klimatische und orographische Verhältnisse bei der Grenzbildung geltend.

Die Wiederabnahme der Baumgrenze vom Äquator nach Süden zu ist wegen der schon früher erwähnten eigentümlichen Verhältnisse auf der südlichen Halbkugel (Fehlen von Land in den hohen Breitengraden, Fehlen einer eigentlichen Winterszeit, Auftreten großer Trockenheitsgebiete, die auch viele Hochgebirge mit einbeziehen) nicht so

¹ Rübel: Über die Wälder von Nordamerika. Englers Botan. Jb. 1915, Beibl. 116.

² Harshberger: Phytogeographic Survey of North America, S. 556. Leipzig u. New York 1911.

³ Drude: Handbuch der Pflanzengeographie, S. 440.

⁴ Drude: a. a. O., S. 468.

deutlich ausgeprägt wie auf der nördlichen Halbkugel. Immerhin ist sie doch hier und da angedeutet.

In den chilenischen Anden unter 37° s. Br. findet sich z. B. gemischter Laubwald von verschiedenen Buchenarten noch bis 1860 m, bis 1900 m tritt *Fagus pumilio* als Gebüsch¹ auf. Vom 40.—45. Grad s. Br. in Neuseeland sinkt die Waldgrenze etwa von 1600 auf 1000 m². In den Gebirgen Feuerlands unter 55° s. Br. steigt der Wald, aus *Fagus*- und *Nothofagus*-Arten gebildet, nur noch bis etwa 300 m empor, als Zwergbaum geht *Fagus antarctica* noch bis 400 m und auf dem Boden kriechend, als kleiner Strauch, sogar noch bis 600 m³.

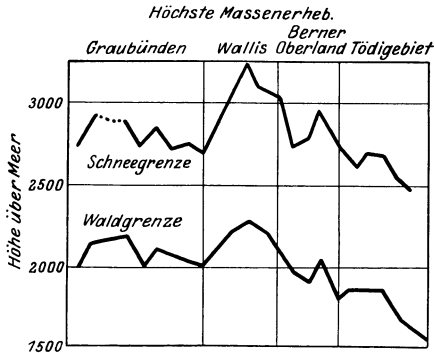


Abb. 26. Durchschnittliche Höhenlage der Wald- und Schneegrenze in den Schweizer Alpen. Nach C. Schröter 1923. Zeigt durch den sehr ähnlichen Verlauf die Abhängigkeit beider Linien von gleichen klimatischen Faktoren. Höchstes Ansteigen beider Linien im zentralen Wallis mit der höchsten Massenerhebung.

Schon Imhof⁴ hatte in einer sehr sorgfältigen Arbeit gezeigt, daß die Wald- und Baumgrenze in der Schweiz mit den größeren Massenerhebungen steigt und mit den geringeren fällt, so daß die Linien gleicher Grenzhöhen (Waldisohypsen) mit denen gleicher mittlerer Massenerhebung fast zusammenfallen. Es war damit nur ein neuer Fall der auch sonst schon beobachteten Erscheinung festgestellt, daß die Vegetationsgrenzen allgemein und auch die Schneegrenze in massigeren Gebirgen sich nach oben verschieben, während an einzelnen gelegenen Bergen und überhaupt bei geringerer Massenerhebung, wie z. B. in Vorgebirgen, das Umgekehrte der Fall ist (vgl. Abb. 26). Besonders der Gleich-

verlauf mit der Schneegrenze läßt von vornherein vermuten, daß es sich hier um klimatische Zusammenhänge handelt. Man hat darauf nachgewiesen, daß auch die Isothermen, und zwar besonders die Sommer- (Juli-) Isotherme, eine gleichsinnige Abweichung

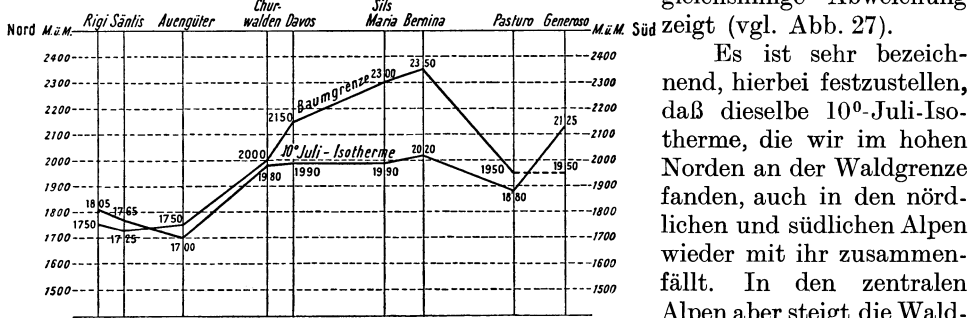


Abb. 27. Verlauf der Baumgrenze und der Julisotherme in den Alpen. Aus Brockmann-Jerosch. Während in den nördlichen und südlichen Alpen beide Linien nahe beieinanderliegen, geht die Baumgrenze in den Zentralalpen mit kontinentalerem Klimateinfluss bedeutend über die 10°-Juli-Isotherme hinaus.

zeigt (vgl. Abb. 27). Es ist sehr beachnend, hierbei festzustellen, daß dieselbe 10°-Juli-Isotherme, die wir im hohen Norden an der Waldgrenze fanden, auch in den nördlichen und südlichen Alpen wieder mit ihr zusammenfällt. In den zentralen Alpen aber steigt die Waldgrenze dann weit über sie hinaus, so daß diese z. B. in Sils-Maria etwa bei 7,8° liegt! Brockmann-Jerosch hat mit Recht

darauf hingewiesen, daß in solchen Fällen das Julimittel nicht ausreicht, um die ganze Klimaänderung, die im Innern großer Gebirgsmassive stattfindet, richtig zum Ausdruck zu bringen. Es ist eben damit eine Verschiebung

¹ Schimper: Ökologische Pflanzengeographie, S. 803.

² Drude in Berghaus' Phys. Atlas. Pflanzenverbreitung.

³ Ebenda S. 815.

⁴ Imhof: Die Waldgrenze in der Schweiz. Dissert., Bern. In Gerlands Beitr. z. Geophysik Bd. 4, H. 3.

vom ozeanischen zum kontinentalen Klimatyp mit allen seinen Folgeerscheinungen verbunden, wie stärkerer täglicher Erwärmung bei kühleren Nächten, geringerer Bewölkung, stärkerer Sonnen- und Lichtstrahlung u. a. m. Der von Brockmann-Jerosch¹ stark betonte Gegensatz zwischen ozeanischem und kontinentalem Klimacharakter beeinflusst aber nicht nur die Höhenlage der Wald- und Baumgrenze, sondern auch das Auftreten der verschiedenen Holzarten (Birke, Kiefer, Fichte, Tanne, Buche) an dieser Grenze, ja er greift sogar auch in die Zusammensetzung der unteren Stufen des Gebirgswaldes ein (vgl. Abb. 28). So tritt die Buche in den kontinentaler getönten Zentralgebieten ganz zurück, dafür erscheint die Kiefer häufiger. Umgekehrt geht die Buche in den ozeanisch getönten Nord- und Südrändern bis zur Waldgrenze, während die Fichte dort sehr zurücktritt oder gar fehlt! Das sind sehr beachtenswerte feine Einzelzüge der Wirkung des verschiedenen Klimacharakters.

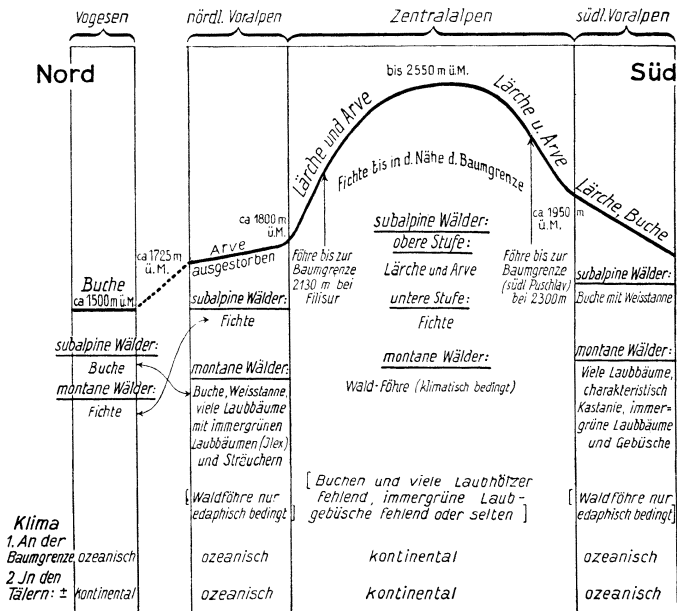


Abb. 28. Änderung von Waldbestand und Klimacharakter in den Schweizer Alpen von Nord nach Süd. — Alpine Baumgrenze, die höchste Erhebung in den Zentralalpen zeigend. Aus Brockmann-Jerosch.

Daß übrigens auch noch Umstände anderer Art, wie Bodengüte, Hanglage, Böschungswinkel, Schneelagerstellen, Sturmlagen, Lawinen- und Murgänge und schließlich auch der Mensch durch die Weidewirtschaft den Grenzverlauf im Hochgebirge vielfach entscheidend verändert hat, darf nicht vergessen werden.

Vielfach erkennt man das schon am plötzlichen Aufhören des Waldes ohne die üblichen Übergangsstufen. In anderen Fällen aber, wie z. B. bei Grenzbildung durch zunehmende Flachgründigkeit nach oben hin oder bei langsam ansteigender Steilheit des Hanges, finden sich auch alle Zwischenstufen der Bestandsauflösung und des Krüppelwuchses mehr oder minder ausgebildet, und man kann dann sehr leicht zu dem Trugschluß kommen, daß eine echte klimatische Grenze vorliegt, ohne sich die tiefe Depression erklären zu können. Oft wird man nur durch den Unterschied gegen andere in der Nähe liegende höhere Grenzen auf die besonderen Umstände aufmerksam werden.

Sehr oft angeschnitten ist die Frage, ob die Waldgrenze sich in geschichtlicher Zeit verändert hat, und ob wir es bejahendenfalls mit einer

¹ Brockmann-Jerosch: Waldgrenze und Klimacharakter. Beitr. z. geobotan. Landesaufnahme der Schweiz 6. Zürich 1919.

natürlichen Erscheinung (Klimawechsel) oder nur mit künstlicher Beeinflussung zu tun haben.

In den polaren Gegenden hat man alte Holzstöcke im Moor weit über die heutige Verbreitungsgrenze hinaus oder doch von einer solchen Stärke gefunden, in der sie heute dort nicht mehr vorkommen. Das spricht allerdings für einen Rückgang der Baumgrenze. Da die betreffenden Angaben aber nichts über die Tiefe sagen, in der die Stöcke gefunden sind, so kann es sich schon um weiter zurückliegende vorgeschichtliche Zeiten handeln, in denen allerdings einmal ein wärmeres Klima geherrscht hat. Auch in Schweden lag damals die Baumgrenze im Gebirge höher, und die Haselnuß war weiter nach Norden verbreitet wie heute. Andererseits haben nachweislich auch im hohen Norden starke Waldzerstörungen durch Bodenfeuer und schonungslosen Aushieb zu Brennholz durch die nomadisierenden Hirten und Fischer stattgefunden. Stellenweise ist daher ein Zurückgehen der Waldgrenze und ein Wechsel der Holzarten (Verschwinden der dünnrindigeren und feuerempfindlicheren Fichte vor der besser geschützten, derbborkigen Kiefer) nur infolge dieser Verhältnisse festgestellt worden¹. Auch in den Schweizer Alpen sind Beobachtungen über einen Rückgang der Baumgrenze gemacht und von C. Schroeter² sehr sorgfältig zusammengestellt worden. Auch er kommt aber nicht zu dem sicheren Schluß, daß die nachweisbaren Fälle auf eine Klimaverschlechterung zurückzuführen sind.

Ich selbst habe für den Brockengipfel im Harz dagegen auf Grund alter Beschreibungen und Reiseschilderungen nachweisen können, daß der heutige Zustand der Baum- und Krüppelgrenze dort noch ganz derselbe sein muß wie vor 300 Jahren³. Auch die oberen Höhengrenzen der Buche und Eiche haben sich dort in den letzten 200 Jahren nicht verschoben. Wenngleich diese Arten auch flächenweise zurückgegangen sind, so ist das unzweifelhaft nur künstlich verursacht. Im übrigen aber stehen letzte Reste von Eiche und Buche auch heute noch immer in Höhenlagen, über die hinaus sie auch nach den alten Forstbeschreibungen nicht vorkommen! Auch namhafte Klimatologen, wie Hann und Brückner, lehnen auf Grund der ältesten vorliegenden Temperaturmessungen die Annahme einer laufenden Klimaverschlechterung ab. Der oft dafür angeführte Rückgang des Weinbaus in Deutschland hat sicher ganz andere, rein wirtschaftliche Ursachen und der Rückgang des Laubholzes ebenfalls.

6. Kapitel. Die natürlichen Verbreitungsgebiete der deutschen Hauptholzarten⁴.

Allgemeines.

Neben der Verbreitung der Waldformen ist aber auch noch die Verbreitung der einzelnen Holzarten von Wichtigkeit, da wir aus der Abgrenzung ihrer Gebiete heraus auf ihre natürlichen Lebensbedingungen und ihre Ansprüche an Klima und Boden schließen können. Die Gebiete der einzelnen Arten können ganz voneinander getrennt sein, wie das z. B. bei der echten Kastanie (*Castanea vesca*) und der Fichte oder Lärche und Zirbel der Fall ist. Das weist dann auf sehr verschiedene klimatische Ansprüche hin. Oder sie überschneiden

¹ Kihlmann u. Pohle: a. a. O.

² Schroeter, C.: Das Pflanzenleben der Alpen, S. 52. 1926.

³ Dengler: Die Wälder des Harzes einst und jetzt. Z. f. Forst- u. Jagdwes. 1913, H. 3.

⁴ Hauptsächlichste Literatur: Willkomm: Forstliche Flora von Deutschland und Österreich. Leipzig 1887. — Köppen, Fr. Th.: Geographische Verbreitung der Holzgewächse des Europäischen Rußlands. Petersburg 1889. — Kirchner, Loew u. Schröter: Lebensgeschichte der Blütenpflanzen Mitteleuropas. Darin die meist von Büsgen bearbeiteten Familien der einzelnen Waldbäume.

Ferner die in Englers Sammelwerk: Die Vegetation der Erde enthaltenen und hier in Betracht kommenden Einzelwerke; Pax: Grundzüge der Pflanzenverbreitung in den Karpathen. — Drude: Der Hercynische Florenbezirk. — Willkomm: Grundzüge der Pflanzenverbreitung auf der Iberischen Halbinsel. — Adamovic: Die Vegetationsver-

sich mehr oder minder, fallen aber in den Hauptteilen doch weit auseinander, wie z. B. Fichte und Buche. Das zeigt dann schon etwas genäherte Lebensbedingungen. Noch mehr ist das anzunehmen, wenn die Verbreitungsgebiete sich größtenteils decken und nur in Randteilen voneinander abweichen, wie etwa Rotbuche und Traubeneiche. So wird man aus einem Vergleich der Verbreitungsgebiete schon gewisse Schlüsse auf die unterschiedlichen klimatischen Ansprüche ziehen dürfen. Auch ohne solche Vergleichung wird man aus den klimatischen Grenzwerten den Spielraum der einzelnen Art feststellen und daraus die Mindestwerte entnehmen können, die sie noch erträgt bzw. braucht. Allerdings ist hierbei zu beachten, daß, abgesehen von der polaren und alpinen Baumgrenze, alle anderen Verbreitungsgrenzen der Holzarten niemals rein klimatisch bedingt sind, sondern daß sie immer von dem gegenseitigen Konkurrenzkampf der Arten mehr oder minder stark beeinflußt werden. Daher werden sie auch keine reinen klimatischen Grenzwerte geben können. Dies wird um so weniger der Fall sein, je schärfer der Kampf unter den Konkurrenten ist, z. B. bei gleichen Licht- und Bodenansprüchen. Man wird daher in solchen Fällen das natürliche Verbreitungsgebiet durch künstlichen Anbau erweitern können, wenn man die Konkurrenz dauernd durch entsprechenden Schutz ausschaltet. Außerdem ist noch der Fall in Betracht zu ziehen, daß eine Holzart das für sie passende Gebiet noch gar nicht ganz erobert hat (sog. unvollkommene Einwanderung), wie man das z. B. für die Fichte in Südschweden annimmt. Das verrät sich dann meist durch natürliches Vordringen des Jungwuchses unter die benachbarten Bestände anderer Holzarten. In diesem Fall kann man das ursprüngliche Gebiet durch künstlichen Anbau auch ohne besonderen Schutz mit Erfolg erweitern.

Mit solchen Vorbehalten darf man das natürliche Verbreitungsgebiet einer Holzart im ganzen und ihre Verteilung innerhalb desselben als Ergebnis eines vieltausendjährigen, immer wieder erneuten Anbauversuchs der Natur im großen ansehen und daraus bis zu gewissem Grade die Ansprüche der einzelnen Arten an Klima, Boden, Licht usw. entnehmen. Es ist dies auch der einzige Weg, der hier rasch zum Ziele führt, da der künstliche Anbauversuch zu lange dauert und oft erst in seltenen extremen Jahren und nach jahrzehntelangem scheinbarem Gedeihen die klimatische Ungeeignetheit erweist (schwere Dürrejahre, ausnahmsweise strenge Winter, plötzliches Auftreten von gefährlichen Schädlingen u. a. m.).

Daher ist die sorgfältige Feststellung der natürlichen Verbreitungsgebiete unserer Holzarten eine grundlegende Aufgabe waldbaulicher Lehre wie forstlicher Praxis geworden. Die erstere wird sich mehr mit dem Verbreitungsgebiet im großen zu beschäftigen haben, die letztere wird besonders das frühere Vorkommen und die natürliche Verbreitung der Holzarten innerhalb des Revieres auf Grund alter Karten, Akten und Beschreibungen im kleinen aufzuklären haben (Wert der Reviergeschichte!). Der Weg zur Feststellung der natürlichen Verbreitungsgebiete muß sich nämlich fast immer der forstgeschichtlichen Forschung bedienen, da die heutige Verbreitung oft sehr stark durch künstliche Eingriffe beeinflußt ist, wie z. B. durch jahrzehnte-, ja sogar jahrhundert-

hältnisse der Balkanländer. — Beck v. Managetta: Die Vegetationsverhältnisse der illyrischen Länder. — Radde: Grundzüge der Pflanzenverbreitung in den Kaukasusländern.

Ferner Mekete u. Blattny: Die Verbreitung der Bäume und Sträucher im ungarischen Staate. Selmecbanya 1913. — Matthieu: Statistique forestière. Paris 1878. — Pax: Pflanzengeographie von Polen. Berlin 1918.

Für die Klimawerte: Hann: Handbuch der Klimatologie, 3. Aufl. Stuttgart 1911. — Köppen, W.: Die Klimate der Erde. Berlin u. Leipzig 1923.

lange Einschleppung der Nadelhölzer in weiten Teilen Westdeutschlands, wo früher nur Laubholz herrschte. Andererseits sind auch durch menschliche Einflüsse Holzarten aus Örtlichkeiten verschwunden, wo sie früher natürlich vorkamen (wie z. B. Tanne und Buche in manchen Gebirgslagen durch Kahlschlag, Eiche durch schonungslosen Aushieb des wertvollen und gesuchten Holzes ohne Sorge für Nachwuchs, Eibe schon in alter Zeit durch den Bedarf der Bogen- und Armbrustschützen u. a. m.). Man wird sich daher nicht damit begnügen dürfen, die natürlichen Verbreitungsgrenzen nur auf Grund des heutigen Zustandes (Vorhandensein von Altbeständen, Auftreten natürlicher Verjüngung u. a. m.) zu bestimmen, sondern man wird, namentlich in Ländern mit alter und intensiver Forstwirtschaft, auch die künstlichen Veränderungen des Holzartenbestandes durch den Menschen aufzufinden und auszumerzen versuchen müssen.

Diesen Weg habe ich für Nord- und Mittelddeutschland zur Klärung und Feststellung der natürlichen Verbreitungsgebiete von Kiefer, Fichte und Tanne bereits vor 25 Jahren eingeschlagen¹. Für die Nachbargebiete und Nachbarländer stehen ähnlich eingehende Untersuchungen größtenteils noch aus.

Die zu beachtenden Hauptgesichtspunkte sind dabei:

1. Das Gebiet, umschrieben durch seine Grenzlinien (auch Vegetationslinien genannt). Man kann entweder nur die hervorragenden Eckpunkte verbinden oder je nach dem Maßstab der Karte auch die kleineren Ein- und Ausbuchtungen berücksichtigen und darstellen. Weiter abgelegene Teilgebiete sind als Enklaven, größere Fehlgebiete innerhalb des Hauptgebietes als Exklaven festzustellen. Neben dem Verbreitungsgebiet in horizontaler Richtung ist auch noch das in vertikaler Richtung (Verbreitung in den verschiedenen Gebirgsstufen) zu beachten.

2. Die Verteilung innerhalb des Verbreitungsgebietes nach a) Häufigkeit (Frequenz), b) Dichtigkeit (Abundanz), (Holzarten mit Neigung zu Abundanz treten gern bestands- und waldbildend auf, z. B. Kiefer, Fichte, Buche; frequente, aber nicht abundante als häufige Einzelmischhölzer, z. B. Birke), c) Lage des Maximums, d. h. des häufigsten und dichtesten Vorkommens, und des Optimums, d. h. des Vorkommens in bestem Zustand. Beide können zusammenfallen, aber auch auseinanderliegen. H. Mayr unterscheidet in seinem Waldbau danach 5 Verbreitungszonen:

1. künstlich, kühler wie im natürlichen Gebiet,
2. { natürlich, kühler wie im Optimum,
3. { natürlich, Optimum,
4. { natürlich, wärmer wie im Optimum,
5. künstlich, wärmer wie im natürlichen Gebiet.

Das Optimum kennzeichnet sich im allgemeinen durch raschen und starken Wuchs, hohes Lebensalter und guten Gesundheitszustand (hohe, starke, alte und gesunde Bäume). Die Lage des Optimums spielt eine besondere Rolle in Mischbeständen, wo die vom Optimum weiter entfernte Holzart leichter verdrängt wird, und wo sich daher die im Optimum befindliche Holzart besonders gern in Reinbeständen zeigt.

Daß die natürliche und künstliche Verjüngung im Optimum immer am leichtesten und sichersten vor sich ginge und von diesem hinweg die Gefahren und Schwierigkeiten zunehmen, wie H. Mayr (Waldbau S. 79) als Gesetz aufstellt, dürfte keineswegs allgemein zutreffen. So verjüngt sich die Kiefer in Mittelschweden, wo sie sich sicher nicht in ihrem

¹ Dengler: Untersuchungen über die natürlichen und künstlichen Verbreitungsgebiete einiger forstlich und pflanzengeographisch wichtigen Holzarten in Nord- und Mittelddeutschland. I. Die Horizontalverbreitung der Kiefer. Neudamm 1904. II. Die Horizontalverbreitung der Fichte. III. Die Horizontalverbreitung der Weißtanne. Neudamm 1912.

Optimum befindet, spielend leicht, während ihre Verjüngung in der nordostdeutschen Tiefenebene, wo sie diesem sicher viel näher ist, oft die größten Schwierigkeiten macht! Die Bedingungen für beste Wuchsleistung im Alter sind eben vielfach doch andere als die für natürliche Verjüngung. Das zeigt sich auch bei den verschiedenen Bodengüten: Während die optimalen Leistungen fast immer auf den besten und reichsten Böden erfolgen, geht die Verjüngung dort infolge der Neigung dieser Böden zu Gras- und Unkrautwuchs meist schlechter und schwieriger vor sich als auf den etwas geringeren. Auch die anderen von H. Mayr für das Optimum aufgestellten Gesetze bezüglich Astreinheit, Holzgüte u. a. m. erscheinen vielfach zu theoretisch und nicht mit den Tatsachen übereinstimmend.

3. Die Feststellung der Lebensbedingungen innerhalb des Verbreitungsgebietes und zwar a) nach Klima, b) nach Boden, c) nach Konkurrenz mit anderen Arten.

Punkt 1 und 2 stehen mit 3 natürlich in ursächlichem Zusammenhang, insofern Gebiet und Verteilung in demselben sich eben aus den im Gebiet herrschenden Lebensbedingungen entwickelt haben. Trotzdem ist es schwer, ja vielfach unmöglich, diesen ursächlichen Zusammenhang immer bestimmt, besonders im einzelnen, nachzuweisen, weil alle Lebensbedingungen eben zusammenwirken. Da wir sie nicht getrennt voneinander nachprüfen können, so können wir auch ihre Wertigkeit nicht im einzelnen bestimmen. Die vielen, meist älteren Versuche, für den Verlauf der Vegetationslinien einen einzigen allgemeingültigen Grenzwert für Wärme, Feuchtigkeit u. a. m. zu finden, haben daher meist nicht zu befriedigenden Ergebnissen geführt. Wenn im einen Teil des Gebietes die Wärme ins Minimum gerät und dadurch die Grenze bedingt, kann sie im andern ins Maximum treten und dann ebenfalls abgrenzend wirken. Ja, man wird dies sogar mehr oder minder überall da annehmen müssen, wo in der Ebene einer Nordgrenze eine Südgrenze gegenübersteht. Daß die gleiche Niederschlagsmenge, die an der Kältengrenze Vernässung hervorruft, an der Wärmegrenze schon zu Vertrocknungserscheinungen führen kann, ist ebenso einleuchtend wie tatsächlich nachweisbar. Wohl aber kann man an kleineren Teilen einzelner Grenzlinien, wo die übrigen Standortsfaktoren und Lebensbedingungen einigermaßen gleichbleiben und nur einer sich stark ändert, deutliche Beziehungen zu diesem einen finden. Niemals aber wird man die ganze Grenze mit einer auch noch so komplizierten Formel erklären können. Man wird sich vielmehr immer damit begnügen müssen, den allgemeinen Klimacharakter in großen Zügen für das Gebiet anzugeben und daraus den ungefähren Lebensspielraum der Art zu entnehmen.

Die ganze Frage ist noch viel verwickelter, da wir neuerdings mehr und mehr erkannt haben, daß die großen räumlich in Zusammenhang verbreiteten Arten in ihren verschiedenen Gebietsteilen veränderte klimatische Einstellung zeigen, daß sie verschiedene Klimarassen bilden, deren Lebensbedingungen dann wieder gesondert zu ermitteln wären. Davon muß aber, bei der Unmöglichkeit einer einigermaßen sicheren Trennung, vorläufig abgesehen werden. Die morphologisch gleiche und räumlich zusammenhängende Art, die sog. „gute Art“ im alten Linnéschen Sinne, soll allein Gegenstand unserer nachfolgenden Darstellung bilden. Auf die Frage der klimatischen Rassen wird später in einem besonderen Abschnitt (Erblichkeit und Samenherkunftsfrage) näher eingegangen werden.

Die eingehendere Behandlung der natürlichen Verbreitungsgebiete wird sich hier nur auf die Hauptholzarten des deutschen Waldes beschränken, die Nebenarten können nur kürzer besprochen werden.

1. Die Kiefer oder Föhre (*Pinus silvestris* L.).

Die Nordgrenze der Kiefer liegt im nördlichen Skandinavien, Rußland und Sibirien, hart an der polaren Waldgrenze. (Sie wird dort nur von der Birke,

stellenweise auch von der Fichte und in Sibirien von der dortigen Lärche etwas überholt.) Die Ostgrenze ist nicht genauer bekannt. Sie liegt jedenfalls in Ostasien, nicht weit vom Stillen Ozean bzw. dem Ochotskischen Meer, da die Kiefer erst am 150. Grad ihren östlichsten Punkt erreichen soll (Rikli: Handwörterbuch der Naturwissenschaften Bd. 4, S. 795). Die Südgrenze verläuft von dort zum südlichen Auslauf des Ural und weiter am Rande der russischen Steppe entlang, wo sie nach Köppens eingehenden Untersuchungen einen breiten Außengürtel versprengten Vorkommens aufweist, der als Rest einer früheren allgemeinen Verbreitung gedeutet wird; Ortsnamen und alte Überlieferungen

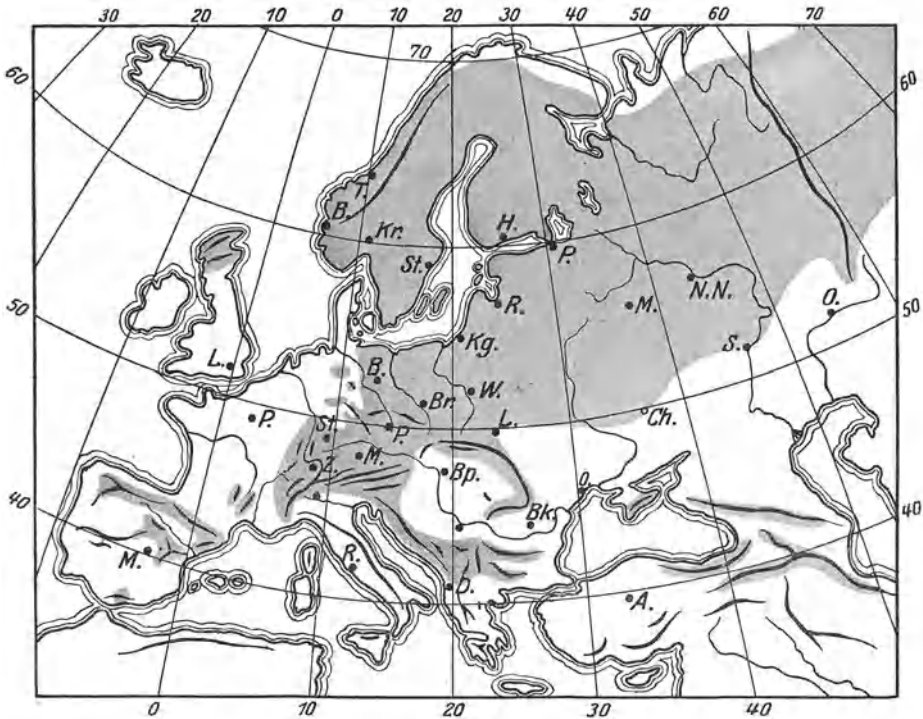


Abb. 29. Natürl. Verbreitungsgebiet der Kiefer (*Pinus silvestris*). Entworfen v. A. Dengler.

sprechen dafür. Jenseits der Steppe und weiter im Westen finden wir die Kiefer dann mehr und mehr nur noch als Gebirgs- und Hochgebirgsbaum.

Zahlreich findet sie sich so im Kaukasus und den angrenzenden Gebirgen Kleinasiens; viel seltener schon in den Karpathen und in den nördlichen Balkangebirgen. Auch in den Alpen ist sie verhältnismäßig nicht häufig und tritt nur in dem zentralen, kontinentaleren Teil (vgl. Abb. 28) und in den Hauptföhntälern an den von den Föhnwinden getroffenen Hängen stärker auf. Von dort springt die Südgrenze auf die Gebirge Südfrankreichs, auf die Pyrenäen und die Iberische Halbinsel über. In dem ganz abgelegenen Vorkommen in der Sierra Nevada, wo sie von manchen auch als besondere Varietät *nevadensis* bezeichnet wird, findet sie schließlich ihren südlichsten Punkt.

Sehr eigentümlich ist bei ihrer weiten Verbreitung nach den anderen Himmelsrichtungen hin ihr beschränktes Vorkommen im Westen Europas. In Schottland tritt sie nur in den Gebirgen auf. In der Ebene aber fehlt sie von Natur schon in ganz Dänemark, dem nordwestlichen und westlichen Deutschland bis zur Mainlinie und ebenso in Holland, Belgien und Frankreich. Ihr Grenz-

verlauf in Nord- und Mitteldeutschland ist von mir¹ auf Grund eingehender archivalischer Forschung festgestellt worden. Die Grenze war durch jahrhundertelangen künstlichen Anbau in alten Laubholzgebieten fast vollständig verwischt. Die Hauptgrenze des geschlossenen Vorkommens fällt danach, von der Bucht von Wismar ausgehend, ziemlich genau mit der Elbe-Saale-Linie zusammen, geht von dieser über die Vorberge des Thüringer Waldes und das nördliche Bayern (Bamberg, Forchheim, Nürnberg) in einer noch nicht näher bestimmten Linie zur Rhein-Main-Ebene über, von der aus sie dann nach Süden zu mehr und mehr in die umgebenen Gebirge steigt (Odenwald, Schwarzwald, Schweizer Alpen). Dieser geschlossenen Westgrenze sind noch einige Enklaven im hessischen Buntsandsteingebirge (zwischen Eisenach—Marburg) und sehr zerstreut und spärlich auch auf dem Granitteil des Harzes vorgelagert. Die interessanteste Enklave aber ist wohl die im Gebiet der nordwestdeutschen Heide. Dort findet sich die Kiefer, geschichtlich und z. T. sogar fossil bezeugt, auf vielen Mooren, aber auch in sandigen Partien in und zwischen den Mooren, und zwar westlich von der Oldenburger Grenze bis in die Altmark hinein, südlich von der Braunschweiger Grenze bis zur Linie Dannenberg—Bremen. Bis an die Nordseeküste tritt sie aber nicht. In Schleswig, im Hamburgischen und um Bremen, sowie in Oldenburg und Ostfriesland fehlte die Kiefer nach allen Forstbeschreibungen der letzten Jahrhunderte ganz², wenngleich sie dort auch nach fossilen Funden in der Nacheiszeit einmal vorgekommen ist. Diese zerstreuten Enklaven an der Westgrenze sind m. E. nach als Rückzugsposten der Kiefer aus ihrem einst größeren westlichen Verbreitungsgebiet nach der Eiszeit anzusehen, aus dem sie bei wärmer werdendem Klima von den Laubhölzern, namentlich der Buche, schrittweise herausgedrängt worden ist. Gerade die Moore und die sandigen Erhebungen in diesen boten ihr hierbei ja einen besonders guten Rückhalt, da die Buche solche Flächen ganz allgemein meidet. Ich fasse auch das Vorkommen der Kiefer in den Gebirgen West- und Südeuropas letzten Endes ganz ähnlich auf: Die Kiefer wurde in den wärmeren Perioden der Nacheiszeit (vgl. S. 87 ff.) auch dort naturgemäß von der Buche, die immer höher hinaufstieg und tiefer ins Innere drang, mehr oder weniger verdrängt. Es stimmt damit gut überein, daß z. B. in den Zentralalpen, wo die Buche zurücktritt, die Kiefer auch gleich wieder viel zahlreicher vorkommt (vgl. S. 49). In den Gebirgen tritt neben dem Rückzugskampf mit der Buche auch noch der mit der ebenfalls später eingewanderten Fichte hinzu, so daß das Vorkommen der Kiefer in allen diesen Gebirgen heute ein recht spärliches und ganz zerstreutes geworden ist.

Eigenartig ist es, daß die Westgrenze des geschlossenen Vorkommens der Kiefer von der Ostseeküste bis zum Thüringer Wald sehr nahe, teilweise sogar ganz, mit dem Limes sorabicus, der alten Grenzbefestigung zwischen Germanen und Slawen, zusammenfällt. Es

¹ Dengler: Die Horizontalverbreitung der Kiefer. Neudamm 1904. — Neues zur Frage der natürlichen Verbreitung der Kiefer. Z. f. Forst- u. Jagdwes. 1910, S. 474 ff.

² Dengler: Die Horizontalverbreitung der Fichte und Weißtanne, S. 58 ff. Neudamm 1912. — Neues zur Frage der natürlichen Verbreitung der Kiefer. Z. f. Forst- u. Jagdwes. 1910, S. 474. — Wenn Oppermann 1922 in seiner Arbeit über die „Weißkiefer in Jütland“ (Mitt. d. forstl. Versuchswes. in Dänemark) durch sehr sorgfältige geschichtliche Untersuchungen für einige wenige Punkte nördlich und westlich der nordwestdeutschen Kiefern-Enklave noch ein natürliches Vorkommen der Kiefer im frühen und späten Mittelalter wahrscheinlich gemacht hat, so bleibt doch, wie Oppermann selbst sagt, noch die Frage, ob diese damaligen versperrten Posten in den letzten Jahrhunderten nicht natürlich durch die vordringenden Laubhölzer verdrängt, oder ob sie nur künstlich durch den Menschen vernichtet worden sind. Oppermann neigt, soweit aus dem deutschen Auszug seiner Arbeit hervorgeht, der letzteren Ansicht zu. Ich will das nicht bestreiten. Dann wären diese wenigen Punkte aber eben nur als letzte und abgesprengte Rückzugsposten aufzufassen. Es würde ein schiefes Bild geben, die allgemeine Verbreitungsgrenze der Kiefer daraufhin bis zu diesen Punkten vorzuschieben.

scheint möglich, daß man diese Befestigungslinie nach der Grenze des Kiefernwaldes ausgewählt hat, den man als einen Anzeiger minderwertigen Bodens gegenüber dem Laubholz kennengelernt haben mochte. Jedenfalls liegt ein zweiter ähnlicher Fall in Süddeutschland vor, wo der römische Limes sich auf der Strecke vom Main bis zur Donau ebenfalls an die natürliche Grenzlinie des Nadelholzes gegen altes Laubholzgebiet anschließt¹.

Das vertikale Vorkommen der Kiefer ist im Norden niedrig, steigt aber im Süden sehr hoch.

Auf der Halbinsel Kola in Russisch-Lapland geht sie nach Kihlmann nur bis 250 m, bei Trondhjem unter 64° nach Schübeler bis 650 m, im südlichen Norwegen unter 61° bis 940 m.

In den mitteldeutschen Gebirgen, im Harz, Thüringer Wald, Erz- und Riesengebirge, ist ihr Vorkommen an sich schon sehr spärlich und wird von Willkomm nur mit 650—790 m angegeben. Doch habe ich sie auf den Quadersandsteinklippen des Heuscheuergebirges in der Grafschaft Glatz unzweifelhaft natürlich noch bei 900 m feststellen können. In den Vogesen soll sie nach Kirschleger bis 1200 m, in den Bayrischen Alpen nach Sendtner bis 1600 m gehen. Ihre höchsten Standorte aber liegen wohl im Kaukasus (Radde) 2740 m, am Puschlav in der Südostschweiz (Brockmann-Jerosch) 2200 m und in der Sierra Nevada in Spanien (Willkomm) 2110 m.

In allen diesen und den anderen Hochgebirgen des südlichen Europa ist aber das Vorkommen ebenfalls immer nur ein ganz zerstreutes und geringes, wenn es auch hier und da noch zur Bildung von Beständen kommt. Meist tritt die Kiefer dann nur an besonders armen und gerölligen Stellen oder gar auf unzugänglichen Felsklippen auf, wo die anspruchsvolleren Arten, besonders Fichte, Tanne und Buche, sie nicht zu bedrängen vermögen. Derartig ist ihr Vorkommen auch auf den Bodetalklippen im Harz in der Buchenregion, auf dem Elbsandsteingebirge und in der Felsenstadt des Heuscheuergebirges in Schlesien mitten im Fichten- und Tannengürtel. Als ich nach vielen Fahrten in den Südkarpathen im Olttal, südlich von Herrmannstadt, zum erstenmal Kiefern mitten in den riesigen Buchenurwäldungen sah, waren es wieder solche Felsklippen, auf denen sie standen! Das ganze Hochgebirgsvorkommen im Süden scheint also mehr oder minder den Charakter eines Rückzugs- und Zufluchtspostens vor den Schatthölzern auf unzugängliche oder doch für diese höchst ungünstige Standorte zu tragen, wie schon oben bemerkt wurde.

Wo Maximum und Optimum der Kiefernverbreitung liegen, ist bei ihrem riesigen Gebiet und den statistisch noch wenig bekannten Bestockungsverhältnissen der russischen und sibirischen Wälder nicht mit Sicherheit zu sagen. In ihrem westlichen Gebietsteil liegt jedenfalls ein Maximum in der norddeutschen Tiefebene, und zwar in der Mark Brandenburg, der Niederlausitz, Grenzmark und in Polen, ein Optimum aber etwas nördlich und östlich davon in Ostpreußen, wo das *bois de Taber* (Oberförsterei Taberbrück und benachbarte Reviere) schon zu Napoleons Zeiten weltberühmt war. Ebenso geschätzt nach Masse und Güte war aber auch die angrenzende baltische (Rigaer) Kiefer.

Wenn man die klimatischen Bedingungen innerhalb des Verbreitungsgebietes betrachtet, so erhellt schon aus dessen großer Ausdehnung von Norden nach Süden und Osten nach Westen, wie weit der Spielraum in dieser Beziehung liegen muß.

An der Nordgrenze beträgt das Julimittel nur 10° C, die Vegetationszeit, d. h. hier die Zeit mit durchschnittlich 5° C und darüber, in der bei unseren Holzarten sich im allgemeinen die hauptsächlichsten Vegetationsprozesse abspielen, etwa nur 2—3 Monate. Die Wintertemperaturen aber gehen in Ostsibirien bis zum Januarmitel von —43° (Jakutsk) und —50° (Werchojansk) herunter und erreichen dort Minima von —64—67°, die niedrigsten Temperaturen, die auf der Erde überhaupt beobachtet wurden! Allerdings ist der kurze Sommer dort überraschend warm, was dem kontinentalen Klimatyp entspricht. (In Jakutsk +19°, in Werchojansk +15,4° C Julimittel, gegen etwa 10°, die, wie wir sahen, an der nördlichen Waldgrenze der Kiefer noch gerade genügen.) Die wärmsten Sommertemperaturen finden sich an der Südgrenze gegen die russischen Steppengebiete (Saratow +22° C Juli, dabei aber —10,8° Januar!) Ähnlich hohe Sommerwärme soll nach Willkomm auch in den Gebirgen von Spanien herrschen, wo die Kiefer nur eine Winterruhe von 3—4 Monaten haben soll.

¹ Gradmann, R.: Petermanns Geogr. Mitt. 1899, III.

Die ganze Westgrenze ist nun weit von diesen klimatischen Extremen entfernt. Die Winter sind dort mild (Januar meist über 0°), die Sommer warm, aber nicht ausgeprägt heiß (ca. 17° in Holland und Belgien, 15—16° in England und 18° im mittleren Frankreich). Da, wo der Sommer heißer wird, wie in Südfrankreich (Rhoneniederung 22,7°, Bordeaux 20,1°), treten auf sandigen Böden zwar auch noch Kiefern auf, aber höchst bezeichnenderweise nun nicht mehr *silvestris*, sondern die Mittelmeerarten *halepensis* und *pinaster*, in den Ebenen von Spanien, Italien und auf der Balkanhalbinsel neben diesen auch noch die Pinie und die Schwarzkiefer. Die Sommerhitze ist hier zwar nicht größer als am Nordrand der russischen Steppe, aber der Winter, und damit die Zeit der Vegetationsruhe, viel kürzer. Es scheint daher, als ob unsere Kiefer einen ausgesprochenen Winter und eine genügend lange Vegetationsruhe braucht oder ihr doch insoweit angepaßt ist, daß sie beim Fehlen derselben ihre natürliche Verbreitungsfähigkeit gegenüber anderen besser angepaßten Arten verliert.

Sie zeigt jedenfalls in ausgeprägtester Form eine Anpassung an das kontinentale Klima sowohl in dessen kühlerem nördlichen wie auch im wärmeren südlichen Teil, erträgt heiße Sommer in Südrußland und kälteste Winter in Sibirien, vermeidet aber die wintermilden Gebiete im Westen ganz und steigt im Süden in die kühleren Gebirge hinauf, wo sie wenigstens noch einige Monate Winterruhe hat.

Was die Niederschläge anbelangt, so schwanken auch diese in sehr weiten Grenzen.

Die geringsten finden sich wohl im östlichen Sibirien, wo um Werchojansk nur 130 mm, bei Jakutsk wenigstens schon 300 mm jährlich fallen. Aber diese Zahlen sagen zu wenig, da der größte Teil dieser Niederschläge dort in die kurze Vegetationszeit fällt (monatliches Maximum 30 mm im Juli in Werchojansk und 60 mm im August in Jakutsk), während die niederschlagsarme Zeit ganz in die lange Winterruhe fällt. (Man sieht hieraus schon, wie verwickelt die klimatischen Faktoren sind und wie wenig uns Einzelwerte für die Beurteilung der Gesamtwirkung sagen können.) Jedenfalls ist die Kiefer in Ostsibirien sicher noch weit von ihrer Trockengrenze entfernt, da sie dort sogar noch mit der viel feuchtigkeitsbedürftigeren Fichte zusammen hochstämmige Wälder bildet.

Eine Trockengrenze, wo die Feuchtigkeit ins Minimum gerät, liegt offenbar am Rande der südrussischen Steppe, wo zwar die Niederschläge an der Kieferngrenze noch 400—450 mm betragen, aber dann nach Süden zu ins Steppengebiet hinein sehr rasch sinken (Astrachan nur 150 mm!).

Die höchste Regenmenge empfängt die Kiefer wohl in den Gebirgslagen an ihrer West- und Südgrenze. Hier dürfte die Menge der Jahresniederschläge in den von der Kiefer eingenommenen Höhenlagen in Alpen, Schwarzwald, Vogesen und im französischen Plateau central wohl vielfach 1000 mm erreichen oder übersteigen. Ihr Lebensspielraum ist also auch in bezug auf die Feuchtigkeit ein außerordentlich weiter. Man kann sie daher mit Recht als klimatisch indifferent bezeichnen.

Ihr Vorkommen auf den verschiedenen Bodenarten und Gesteinen bezeugt ebenfalls große Bedürfnislosigkeit und Anpassungsfähigkeit. Ihre Hauptverbreitung findet sie in der Ebene auf diluvialen Sanden. Besonders auf den armen Talsanden bildet sie große und sicher auch von Natur reine oder fast reine Waldungen, höchstens mit etwas Einsprengung von Birke und Aspe. Auf feuchteren und kräftigeren, anlehmigen und lehmigen Sandböden tritt sie zwar auch noch bestandsbildend auf, mischt sich hier aber schon mehr mit anderen Arten, im Osten und Norden mit Birke und Fichte, im Westen (Norddeutschland) auch mit Eiche und Buche. Auf diesen vielfach geschichteten Böden entscheidet oft der tiefere Untergrund. Wo Lehm und Mergel flach oder gar oberflächlich liegen, wird die Kiefer von Buche und Eiche, besonders ersterer, meist ganz verdrängt, wo diese nährstoffreichen Schichten aber in Tiefen liegen, die für die untersten Wurzeln der Kiefer noch gerade erreichbar sind, für die Mischhölzer, insbesondere die Buche, aber nicht mehr, bleibt

sie noch herrschend oder doch mitherrschend. Auf derartigen Böden liegt z. B. ihre optimale Entwicklung in der Oberförsterei Taberbrück, wo ihre Pfahl- und Seitenwurzeln noch in 5—6 m Tiefe in dem dort anstehenden Lehm gefunden wurden, und wo sie Höhen von 40 m und darüber erreicht, während die ihr beigemischte Buche um etwa 10 m zurückbleibt. Sinken die Lehm- und Mergelschichten noch tiefer, dann treten die Laubhölzer mehr und mehr zurück und die Kiefer herrscht wieder allein.

Auf Hochmoorböden findet sie sich ebenfalls vielfach in Skandinavien, Finnland, Rußland und Deutschland als vorherrschend in Beständen mit der Birke zusammen und zeigt hier je nach der Beschaffenheit des Moores alle Stufen vom mäßig wüchsigen Baum bis zum Krüppel. (Diese Moorkiefer wird vielfach auch als besondere Form *turfosa* bezeichnet.) Im Gebirge tritt die Kiefer von Natur fast überall nur auf besonders armen, trocknen oder sonst für die konkurrierenden Holzarten ungünstigen Standorten stärker auf. Insbesondere daher wieder auf Sanden wie auf Quadersandstein, Buntsandstein und Keupersandstein. Doch fehlt sie auf Kalk durchaus nicht völlig, zumal wenn es sich um Standorte handelt, die für die anderen Arten ungünstig sind (Trockenlagen, schottrige und klippige Hänge). Die alte Behauptung, daß die Kiefer „kalkfeindlich“ wäre, ist durch die Auffindung solcher natürlichen Vorkommnisse und durch ihre erfolgreiche Benutzung bei der Aufforstung verödeten Muschelkalkhänge (neben der hierzu meist verwendeten Schwarzkiefer) längst widerlegt. Wo aber bessere Kalkböden der Buche, Tanne oder Fichte gutes Gedeihen ermöglichen, da fehlt sie freilich vollständig.

So findet sich z. B. eine solche Sonderung nach Gesteinsarten auch in Serbien und Bosnien, wo die Kiefer in Mischung mit der Schwarzkiefer nur auf dem ärmeren Syenit auftritt, während auf den umgebenden Kalkgesteinen die Buche, Tanne und Fichte herrschen.

Die ganze Verbreitung der Kiefer steht so unter dem Zeichen ihrer klimatischen Unempfindlichkeit und ihrer Bedürfnislosigkeit mit Bezug auf den Boden. Das ist ihre stärkste Waffe im Kampf um den Raum geworden, und hat ihr jene große Fläche im Walde gesichert, die sie heute zum Hauptwaldbaum der großen Tiefenebenen Nordeuropas macht.

2. Die Fichte oder Rottanne (*Picea excelsa* Lk.)

Ihre Nordgrenze fällt im großen und ganzen in Europa und Sibirien mit der Kiefer zusammen.

Eine bemerkenswerte Abweichung findet sich jedoch in Skandinavien, wo sie im westlichen Teil (Norwegen) eine tiefe Depression längs der Küste bis etwa zum 67. Grad n. Br. zeigt. Man hat diese mit einer unvollkommenen Einwanderung zu erklären versucht. Die Fichte ist nämlich erst sehr spät nach der Eiszeit von Finnland her auf die skandinavische Halbinsel gekommen. Daher soll sie die hohen und engen Pässe im nördlichen Grenzgebirge noch vielfach nicht zu überschreiten vermocht haben. Erst weiter östlich im Binnenland steigt sie bis in höhere Breiten auf. Der nördlichste kleine Fichtenwald liegt in Finmark bei Karasjok unter 69° n. Br.¹.

Auf der Halbinsel Kola im nördlichen Rußland und weiter nach Sibirien hinein tritt dann mehr und mehr eine Abart der Fichte mit kleineren Zapfen und abgerundeten Zapfenschuppen auf, die *Picea obovata* genannt und von manchen auch als eigene Art betrachtet wird. Schon Kihlmann u. a. haben aber gezeigt, daß alle möglichen Übergänge und Zwischenformen vorkommen, und daß auch die *excelsa*-Form nach Osten hin nicht ganz fehlt, sondern nur seltner zu werden scheint. Faßt man *obovata*- und *excelsa*-Form zusammen, so

¹ Holmboe, J.: Einige Grundzüge von der Pflanzengeographie Norwegens. Bergens Museums Aarbok 1924/25.

geht die Fichte durch das nördliche Sibirien ebenfalls bis zum Ochotskischen Meer, von wo sie über Osten in die Südgrenze umbiegt. Über die mongolisch-chinesischen Grenzgebirge (Kuku-Nor¹) und die südlichen Ausläufer des Ural läuft die Südgrenze nach Köppen durch Rußland nach Galizien. In diesem Teil der Grenze zeigt die Fichte gegenüber der Kiefer ein erhebliches Zurückbleiben am Nordrand der Steppe (400—500 km). Erst in Galizien trifft sie wieder mit der Kiefer zusammen und geht wie diese nunmehr aus der Ebene in die Gebirge, und zwar von den Karpathen über die Gebirge der nördlichen Balkanhalbinsel durch die ganzen Alpen bis zu deren Westrand.

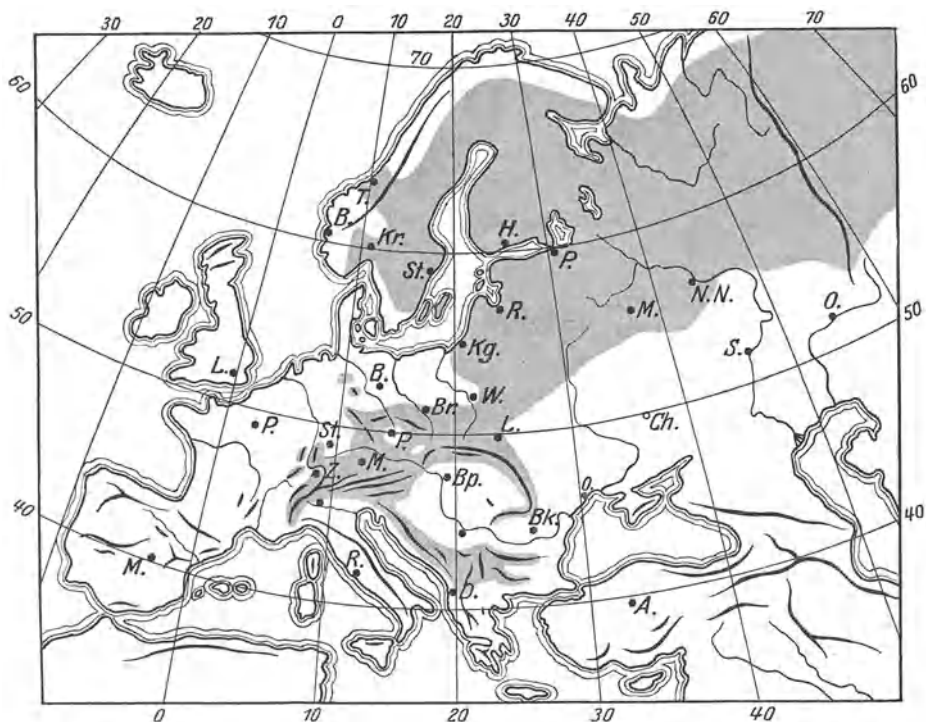


Abb. 30. Natürl. Verbreitungsgebiet der Fichte (*Picea excelsa*). Entw. v. A. Dengler.

Sie fehlt aber den Gebirgen der Krim, dem Kaukasus und in Kleinasien ganz, was sie wieder scharf von der Kiefer unterscheidet.

Im einzelnen verläuft die Grenze dem Karpathenbogen entlang nach Süden, das ungarische und rumänische Tiefland frei lassend, und springt jenseits der Donau auf die höheren Gebirgskämme im östlichen Serbien, auf den Balkan und das Rhodopegebirge über. Hier und auf den nordalbanischen Gebirgen² erreicht sie unter 42° n. Br. ihren südlichsten Punkt überhaupt. Sie geht dann durch die höheren Gebirge von Montenegro, Bosnien und Dalmatien nordwärts auf die Alpen über, deren südlichen Hochgebirgskämmen³ sie bis zu den französischen Seealpen folgt. Auf dem Apennin kommt sie nicht vor. Ebenso fehlt sie von Natur auf der Iberischen Halbinsel, auch in den Pyrenäen und dem französischen Plateau central. Die bisherigen Angaben für diese Standorte sind falsch. Sie

¹ Nach Przewalski, zit. von Büsgen in Koniferen und Gnetaceen Mitteleuropas, S. 101. Stuttgart 1906.

² Javorka, A.: Additamenta ad Floram Albaniae, S. 17 u. 219. Budapest 1926. Das dortige Vorkommen ist neuerdings von F. Markgraf, Berlin-Dahlem, bestätigt worden.

³ Daß sie von Natur auf den nur 410 m hohen Euganäischen Bergen bei Padua vorkommen soll, wie Willkomm u. a. nach ihm angeben, halte ich für höchst unwahrscheinlich.

ist dort nur angepflanzt¹. Auch an diesen Punkten bleibt sie also sehr auffällig hinter der Kiefer zurück!

Von den Seealpen aus beginnt ihre Westgrenze, die mit dem Westrand der Alpen zusammenfällt. Über den Jura zieht sie dann zu den Vogesen, wo sie von Natur nur ganz vereinzelt vorzukommen scheint.

H. Mayr hielt sie dort überhaupt nicht für einheimisch. Ihr ursprünglich natürliches Vorkommen ist aber wenigstens für einen Altbestand im hohen Münstertal durch dessen unzugängliche Lage und Zapfenfunde in den obersten Schichten eines Moores sehr wahrscheinlich gemacht worden².

Im Schwarzwald ist die Fichte unzweifelhaft einheimisch. Von diesem aus geht die Grenze dann in einer noch näher zu klärenden Linie durch Württemberg auf die schwäbisch-oberbayrische Hochebene.

In diesen Gebieten ist die Fichte seit langer Zeit und in solchem Umfange künstlich angebaut worden, daß eine genaue Abgrenzung nur durch sehr eingehende forstgeschichtliche Untersuchungen zu erreichen sein wird.

Jedenfalls fehlt sie nach meinen eigenen Feststellungen sowohl dem Odenwald als auch dem Taunus und dem Bergland um Fulda. Ein gleiches wird man daher auch für die Rhön, den Steigerwald und das benachbarte Bergland annehmen dürfen. Für den Spessart ist reine Laubholzbestockung ebenfalls durch die gründliche geschichtliche Studie von Vanse-low³ nachgewiesen.

Voraussichtlich wird die Fichtengrenze im nördlichen Bayern bis an die Linie Nürnberg—Koburg zurückspringen, da bei letzterem Punkt der Anschluß an die von mir für Mittel- und Norddeutschland geklärte Grenze liegt. Von Koburg läuft diese um den Thüringer Wald herum, an dessen Flanken sie, besonders im Norden, nun schon wieder in das hügelige Vorland herabzusteigen beginnt (so bei Berka, Jena, Zeitz). Von dort läuft sie, nur die Nordwestspitze Sachsens ausschließend, in die wendische Niederlausitz und tritt dort bereits wieder ganz in die Ebene (Liebenwerda, Dobrilugk, Tauer, Pforten). Bei Sorau geht sie nach Schlesien über, wo sie die Oderniederung etwas nördlich von Breslau im Waldbesitz dieser Stadt bei Riemberg überschreitet, um sich von da nördlich nach Polen zu wenden.

Der ganze Teil dieser Linie vom Westende des Thüringer Waldes bei Eisenach bis zur polnischen Grenze stellt eine tiefe Einbuchtung der westlichen Fichtengrenze dar (vgl. die Karte). Wie weit sich dieselbe noch weiter nach Osten hin fortsetzt, ist noch fraglich.

Laspeyres⁴ u. a. haben die Grenze noch weit über Warschau hinaus nach Osten zurückgeschoben. Da die Fichte nördlich von Warschau wieder in Ostpreußen auftritt, so würde sich zwischen diesem Vorkommen und dem im südlichen Polen eine tiefe und enge Einsackung oder gar ein Durchbruch der Grenze gegen Südosten finden. Demgegenüber hat W. Jedlinski⁵ neuerdings in Polen eine Reihe von zersprengten, aber doch zum Teil beträchtlichen, bis zu mehreren Hundert Hektar umfassenden Fichtenstandorten in dem angeblich fichtenfreien Streifen aufgefunden, deren natürliche Entstehung durch ihr Alter und die Art des Vorkommens wohl zweifellos ist. Danach dürfte die Einbuchtung bei Warschau sich stark verkürzen, wenn nicht sogar ganz verschwinden!

Von Polen zieht die Westgrenze durch Ostpreußen zum Frischen Haff und springt nach Südschweden über.

¹ Matthieu: Atlas und Statistique forestière. Herausgegeben vom französischen Ackerbauministerium Paris 1878. Außerdem bestätigt durch schriftliche Mitteilung von Mr. Gaußen, Toulouse. an Dr. Mattfeld, Berlin-Dahlem.

² Strohmeyer: Über das natürliche Vorkommen der Fichte in den Vogesen. Naturwiss. Z. f. Land- u. Forstwes. 1913.

³ Vanselow: Die Waldbautechnik im Spessart. Berlin 1926.

⁴ Der Wald Polens in Handbuch von Polen. Berlin 1917.

⁵ Jedlinski, W.: O granicach naturalnego zasięgu buka, jodły i świerka 1922 u. O naturalnym zasięgu świerka w środkowej polske. Lwów 1928. Mit deutschen Referaten.

Nach den eingehenden Untersuchungen von Hesselman¹ liegt nur die äußerste Südspitze und ein schmaler sich nach Norden auskeilender Küstenstrich außerhalb des natürlichen Verbreitungsgebietes. Ebenso fehlt sie auch an der südlichen Westküste von Norwegen, während sie weiter binnenwärts wieder vorkommt. An der norwegischen Westküste tritt sie nur in einem verhältnismäßig schmalen Stück im Stift Trondhjem auf.

Vor dieser Westgrenze mit ihrer Einbuchtung vorgeschoben liegt noch ein großes insulares Vorkommen im Harz und, was besonders auffällig ist, noch ein zweites im lüneburgisch-hannoverschen Flachland, das sich fast genau mit der dortigen Enklave natürlichen Kiefernorkommens deckt. Außer dem großen Ausschlußgebiet der Fichte in der ungarischen Tiefebene findet sich ein solches auch noch im Wiener und im böhmischen Becken um Prag. Die Fichte fehlt auch von Natur ganz in England, Schottland und Irland.

Die vertikale Verbreitung geht im hohen Norden meist nur bis zu 200—300 m, im Harz bis zu 1000 m, in den Alpen und den Gebirgen des Balkans erreicht sie ihren Höhepunkt bei etwa 2000 m.

Im einzelnen ist die Verbreitung etwa folgende: Im nördlichen Skandinavien: von 0—200/250 m, als Krüppel noch bis über 400 m (Halbinsel Kola nach Kihlmann), im südlichen Norwegen soll sich (nach J. Holmboe) die Fichtenkrüppelgrenze schon bis 1000 bis 1040 m hinaufschieben, also etwa ebenso hoch wie viel weiter südlich im Harz! Dort ist die Fichte am Nord- und Nordwestauslauf dieses Gebirges auch noch natürlich bis in das umgebende Vorland hinausgetreten², im Südosten aber schon nicht mehr oder doch nur vereinzelt und meist nur als Mischholz. Eine eigentliche untere Grenze läßt sich aber noch nicht feststellen. Auch beim Thüringer Wald ist das gleiche der Fall³. In den nördlichen Kalkalpen fand Kerner die obere Baumgrenze der Fichte im Mittel zwischen 1550—1700 m, in den Tiroler Zentralalpen schon bei 1940 m, die Krüppelgrenze um 60—180 m höher, in den Schweizer Alpen liegt die Baumgrenze in den Voralpen (nach Imhof) zwischen 1650—1780 m, im Berner Oberland zwischen 1880—1980 m, doch überschreitet sie dort und an der Albula verschiedentlich schon 2000 m, und die Krüppelgrenze steigt sogar bis über 2200 m (Schroeter). In den Alpen hat die Fichte auch sicher schon eine natürliche Grenze nach unten, da sie nach den Schweizer Untersuchungen dem eigentlichen Tiefland vor ihrer künstlichen Einführung gefehlt hat. (In den Pfahlbauten am Bodensee sind alle hauptsächlichsten Holzarten mit Ausnahme der Fichte gefunden worden!) In den südlichen Alpen nahm Kerner sogar die untere Grenze schon zwischen 900—1200 m an, so daß die Gürtelbreite nur etwa 800 m betragen würde. Besonders gut und genau sind wir durch die ungarischen Erhebungen über diese Verhältnisse in den Karpathen orientiert⁴. Dort fand man die folgenden durchschnittlichen Höhen:

	a) für untere Bestandesbildung m	b) Baumgrenze m	c) Krüppel- grenze m
Nordwestkarpathen . . .	510	1430	1690
Zentralkarpathen . . .	640	1480	1830
Nordostkarpathen . . .	720	1490	1770
Ostkarpathen	830	1620	1950
Südkarpathen	1070	1760	1940

Im allgemeinen findet sich also hier ein deutliches Heraufschieben der unteren und oberen Grenzen von Nord über Ost nach Süd, wobei die Gürtelbreite von 920 m auf 690 m zusammenschmilzt!

Noch schmaler wird der Fichtengürtel dann in den illyrischen Ländern, wo er z. B. in der Herzegowina und in Montenegro nur noch 500 bzw. 480 m beträgt⁵. Dabei steigt die

¹ Hesselman: Die Fichte an ihrer Südwestgrenze in Schweden. Meddelanden från Statens Skogsförsöksanstalt 1906.

² Dengler: Die Horizontalverbreitung der Fichte. — Die Wälder des Harzes einst und jetzt. Z. f. Forst- u. Jagdwes. 1913.

³ Gerbing, Luise: Die frühere Verteilung von Laub- und Nadelholz im Thüringer Wald. Mitt. d. Ver. f. Erdkunde Halle 1900.

⁴ Fekete u. Blattny: Die Verbreitung der forstlich wichtigen Bäume und Sträucher im ungarischen Staate. Selmechánya 1914.

⁵ Beck v. Managetta: Die Vegetationsverhältnisse der illyrischen Länder. Leipzig 1901.

Baumgrenze dort schließlich wieder bis auf 2000 m, also etwa gleich hoch wie in den Berner Alpen.

Sehr bezeichnend ist es, daß in den illyrischen Küstengebirgen, die unter dem unmittelbaren Einfluß des Mittelmeerklimas stehen, wie im Velebit und der Dinara, die Fichte in den entsprechenden Höhenstufen ganz fehlt oder äußerst selten vorkommt und erst weiter nach Osten zu wieder häufiger wird, wo das Klima rasch rauher und kontinentaler wird.

Über die Höhenstufen der Fichte in ihrem asiatischen Verbreitungsgebiet, wo sie ja hauptsächlich in der *obovata*-Form auftritt, liegen nur wenige zuverlässige Angaben vor. Im Ural unter 60° n. Br. soll ihre Krüppelgrenze nach Köppen etwa bei 1200 m, im Altai und den Gebirgen am Baikalsee unter 50° bei 1540—1700 m liegen. Über die Artzugehörigkeit der Hochgebirgsfichten in den noch weiter südlich gelegenen Teilen Zentralasiens Tian-Schan, Nan-Schan und dem Himalaya, wo Fichten noch über 3000 m Höhe hinausgehen sollen, herrscht noch keine genügende Klarheit, um diese Standorte hier anzuschließen.

Was die Häufigkeit des Vorkommens innerhalb des Verbreitungsgebietes anlangt, so zeigt die Fichte ein deutliches Maximum in den mitteleuropäischen Gebirgslagen, besonders in den Schweizer und Österreichischen Alpen, wo sie geradezu der Hauptwald- und Charakterbaum der Gebirgslandschaft ist und heute etwa 40% der Gesamtwaldfläche einnimmt. Nach Westen zu zeigt sich schon im Schweizer Jura, nach Nordwesten zu auch im Schwarzwald und in den Vogesen ein starkes Zurücktreten der Fichte hinter Rotbuche und Weißtanne. Das gleiche ist in den Karpathen nach Süden zu der Fall, wo besonders die Rotbuche in den Vordergrund tritt. Nach Nordosten zu geht dagegen dieses Abklingen der maximalen Verbreitung langsamer vor sich. Die nach dort vorliegenden Gebirgssysteme, wie Bayrischer Wald, Fichtelgebirge, Erzgebirge und Riesengebirge, zeigen noch eine sehr starke Entwicklung des Fichtenwaldes.

In der Ebene scheint überhaupt nach Nordosten zu sich noch ein zweites Maximum der Fichte im Baltikum, im nördlichen Rußland, Finnland und Mittelschweden zu entwickeln, wo die Fichte neben dem Hauptwaldbaum, der Kiefer, wenigstens an die zweite Stelle rückt.

Das Optimum liegt wohl einzig und allein in den Alpen und hier in den Lagen um 1000 m. Dort erreicht nach den Untersuchungen von Flury die Gesamtmassenproduktion im 100. Jahre auf bester Bonität mit über 1800 fm ihr Maximum. Höhen von 50 m und darüber sind bei einzelnen alten Bäumen nicht selten, und der Gesundheitszustand ist bis ins hohe Alter ein besonders guter, während in den unteren Lagen die Rotfäule stark zunimmt. So fand Flury in Lagen von 400—600 m ein Rotfäuleprozent zwischen 18—35%, in 1000—1200 m nur 11—15% und in 1400 m nur 4%!

Die klimatischen Bedingungen, denen die Fichte innerhalb ihres natürlichen Verbreitungsgebietes ausgesetzt ist, sind zwar auch noch recht verschieden, aber doch schon wesentlich enger als bei der Kiefer. Immerhin geht auch die Fichte ja in Skandinavien bis zum 69. Grad an die Grenze der Tundra und bis in das Gebiet der strengsten sibirischen Winter hinein. Wir müssen also auch bei ihr auf einen hohen Grad von Unempfindlichkeit gegen Winterkälte schließen. Ihre polare Grenze ist natürlich letzten Endes ebenso durch die Wärmeabnahme des Sommers bedingt, wie wir das bei der Waldgrenze überhaupt festgestellt haben. Da die Grenzlinien von Kiefer und Fichte dort im allgemeinen mit der 10°-Juli-Isotherme zusammenfallen, so darf man daraus sogar schließen, daß die Mindestansprüche an Sommerwärme und Dauer der Vegetationszeit bei beiden Arten gleich groß sind.

Bezeichnend ist aber das Zurückbleiben der Fichtengrenze gegenüber der Kiefer im südlichen Rußland. Hier betragen die Julimittel etwa 19° (Nischni-Nowgorod, Moskau, Orel) und die jährlichen Niederschläge 400

bis 500 mm. Also ist hier der Sommer um etwa 2—3° kühler, und die Niederschläge sind um 50—100 mm höher als an der weiter südlich liegenden Kieferngrenze. Das bedeutet zusammen natürlich eine sehr viel bessere Feuchtigkeitsbilanz. Hier bestimmt offenbar diese in der Hauptsache die Grenzlinie. Die Fichte zeigt deutlich ihren höheren Anspruch an Feuchtigkeit.

Noch an einer anderen Stelle haben wir es offenbar mit einer solchen Trockengrenze zu tun. Das ist die tiefe Einbuchtung der Westgrenze von Eisenach durch Sachsen bis nach Polen. Hier fällt die Fichtengrenze in einer Länge von 400 km ganz auffällig mit der Niederschlagskurve von 600 mm zusammen. Es soll damit nicht gesagt sein, daß die Niederschlagsmenge allein bestimmend wirkt. Diese ist immer nur ein grober und ungefährender Anzeiger für die Feuchtigkeitsverhältnisse überhaupt.

Für Sachsen hat Wiedemann¹ in sehr eingehender Weise nachgewiesen, daß die Häufigkeit und Schwere von Sommerdürren von den südlichen höheren zu den nördlichen unteren Lagen, in denen die Fichte von Natur fehlt, in viel schärferem Grade zunimmt, als dies in der Abnahme der jährlichen Niederschläge zum Ausdruck kommt.

Daß wir es in der Linie Eisenach—Polen tatsächlich mit einer Trockengrenze zu tun haben, dafür sprechen auch die kümmerlichen Erfolge des künstlichen Anbaus der Fichte in dem nördlichen Trockengebiet der Mark und in der ehemaligen Provinz Posen, insbesondere der große Abgang auch älterer Stämme in allen Dürre Jahren wie 1904 und 1911.

Es steht damit durchaus nicht im Widerspruch, daß in kühleren Lagen die Fichte auch noch mit geringeren Niederschlagsmengen auskommt und gedeiht, wie dies Rubner für Bialowies angibt. Dort fallen nur 500—550 mm. In Petersburg sogar nur 480 und in Lappland nahe der Fichtengrenze sogar nur 150—200 mm! (Kihlmann.) Dafür ist aber dort auch Wärme und Verdunstung entsprechend herabgesetzt!

An der Ostseeküste (in Mecklenburg und Pommern), wo die Niederschlagsmenge schon etwas höher und die Vegetationszeit kürzer und kühler ist, liegen die Verhältnisse auch schon günstiger als in der Mark und in Westpreußen. Wir finden dort häufiger ältere und gutwüchsige, aus künstlichen Versuchen entstandene Einzelbäume und kleine Bestände, während im märkischen Gebiet die zahllosen Kiefern-Fichten-Mischsaaten, die man dort im vorigen Jahrhundert ausgeführt hat, fast alle mit einem vollständigen Mißerfolg für die Fichte geendigt haben. Nur auf besonders feuchten Standorten (Seeufern und Bruchrändern) hat sich die Fichte hier einigermaßen halten können. Ein natürliches Vordringen der Fichte läßt sich jedenfalls dort trotz der Unterstützung durch den jahrhundertealten künstlichen Anbau nirgends beobachten.

Die ökologisch am meisten ungeklärte Grenze der Fichte aber ist die gegen Westen und Südwesten. Warum ist die Fichte von den Alpen und dem Schwarzwald nicht auf die Apenninen und die Gebirge in Frankreich und Spanien gegangen wie die Kiefer, mit der sie doch im Osten auf der Balkanhalbinsel noch weit nach Süden vorgestoßen ist? Warum fehlt sie von Natur auf den höheren Lagen der westdeutschen Gebirge (insbesondere etwa dem doch bis über 900 m hohen Taunus), warum fehlt sie selbst in Nordeuropa der Westküste des südlichen Norwegen und Schweden, in Dänemark und um die Nordsee herum?

Die Beantwortung dieser Fragen im einzelnen wird vorläufig noch immer einen mehr oder minder hypothetischen Charakter tragen, ehe wir nichts Genaueres über die Einwanderungsgeschichte der Fichte in Mitteleuropa nach der Eiszeit

¹ Wiedemann: Zuwachsrückgang und Wuchsstockungen der Fichte in den mittleren und unteren Höhenlagen der sächsischen Staatsforsten. Tharandt 1925.

und ihr Refugium während derselben wissen, wozu jetzt die pollenanalytische Durchforschung unserer Torfmoore (vgl. S. 88) die besten Aussichten bietet. Aber von großen allgemeinen Gesichtspunkten aus lassen sich diese Fragen doch wohl heute schon einigermaßen klären. Wenn wir das gesamte natürliche Verbreitungsgebiet der Fichte betrachten, so springt ganz augenfällig hervor, daß sie vorwiegend das winterkalte Kontinentalklima besiedelt hat, und daß sie, wo dieses in der Ebene im Westen in ein wintermildes ozeanisches Klima umschlägt (Frankreich) oder im Süden in ein sommerheißes, aber ebenso wintermildes Mittelmeerklima (Italien) haltgemacht hat und hier nicht einmal mehr in die kühleren Gebirgszonen hinaufgelangt ist.

Dies hängt wahrscheinlich auch mit ihrer Einwanderungsgeschichte zusammen. Die Po-Ebene und das Rhonetal waren entweder schon zu warm oder doch schon von anderen konkurrierenden Holzarten besetzt, als sie dorthin kam.

Bezeichnend ist ferner, daß sie schon im Westschweizer Mittelland nach den übereinstimmenden forstgeschichtlichen Zeugnissen und den Pfahlbauenden von Natur fehlt, und daß sie im Schweizer Jura, im Schwarzwald und besonders in den Vogesen stark hinter die Tanne zurücktritt.

Wir sehen also bereits in den unmittelbar nordwestlich an die Alpen anstoßenden Gebirgen, die schon etwas unter dem Einfluß des von Westen her vorstoßenden atlantischen Klimas stehen, ein rasch eintretendes Abklingen der Fichtenverbreitung. Nach Norden zu ist die Fichte an den Hochkämmen des Bayrischen, Böhmer- und Thüringer Waldes entlang offenbar noch vor dem Haupteinbruch der Buche auf den Harz und sogar bis in das Nordwestdeutsche Flachland vorgedrungen, dann aber auf dem Höhepunkt der Bucheneinwanderung von dieser auf den Zwischengebieten wohl wieder verdrängt worden, so daß der Harz und das nordwestdeutsche Gebiet heute völlig abgesprengte Enklaven bilden. Jedenfalls trägt das historisch nachweisbare natürliche Vorkommen der Fichte in der nordwestdeutschen Enklave, das so besonders merkwürdig ist, ganz einen relikartigen Charakter, wie ich früher eingehend nachgewiesen habe¹. Fast alle altbezeugten Standorte liegen dort auf moorigen oder bruchartigen Böden, wohin ihr die Buche nicht folgen konnte.

Höchst bezeichnend ist schließlich noch das Verhalten der Westgrenze in Südkandinavien. Hier fehlt sie der westlichen Hälfte Südnorwegens, während sie auf der östlichen überall vorkommt. Und etwas Ähnliches findet sich in der Südspitze Schwedens wieder, wo sie dem westlichen und südlichen Küstenstrich fehlt, während sie nach Osten zu überall verbreitet ist. Ich habe s. Z. schon darauf hingewiesen, daß die beiden fichtenfreien Weststreifen in Norwegen und Schweden unter dem Einfluß des Golfstromes und seiner Ausstrahlungen ein wesentlich milderer, atlantisch getöntes Klima zeigen, als die in entsprechenden Breiten liegenden Ostgebiete. Dies drückt sich besonders deutlich in dem Verlauf der Winter- (hier Februar-) Isotherme aus, die in den fichtenfreien Gebieten meist um 0° herum und jedenfalls 2—4° höher liegt als in dem natürlichen Verbreitungsgebiet. Meine damals gegebenen Zahlen² sind dann durch eine spätere Arbeit von Hanna Resvoll-Holmsen³ in einer äußerst eingehenden, alle westlichsten Grenzpunkte nachprüfenden Untersuchung ergänzt und vollauf bestätigt worden. Insbesondere hat die Verfasserin nachgewiesen, daß da, wo sich die letzten Vorposten bei etwas winterwärmeren Stationen finden, das Vorkommen immer in größerer Höhe (300—500 m und darüber) liegt, während es in den kälteren Lagen sofort bis in die Täler hinuntersteigt. Hält man damit noch zusammen, daß das Verbreitungsgebiet einer so ausgesprochen atlantischen Pflanze wie *Ilex aquifolium* sich in Norwegen fast genau mit dem fichtenfreien Gebiet deckt, und daß die atlantische *Erica tetralix* in Schweden ebenfalls nur an der Südwestküste vorkommt, an der Südostküste aber wieder fehlt, so wird dadurch der Charakter der heutigen Fichtenwestgrenze in Südkandinavien als einer Grenze gegen das atlantische Klima nur noch erhärtet.

Wo überall die Gattung *Picea* waldbildend auftritt, in Amerika, Asien oder Europa, haben ihre Vertreter entweder die kühlen Gebirgslagen oder die kalten Kontinentalgebiete besiedelt, niemals aber die ozeanischen Lagen mit milden frostfreien Wintern. Dasselbe Verhalten zeigt auch unsere Fichte an ihrer West-

¹ Dengler: Die Horizontalverbreitung der Fichte.

² Dengler: Die Horizontalverbreitung der Fichte, S. 107 u. 108.

³ Om Granens Vestgraense i Norge. Archiv for Mathematikk og Naturvidenskap Bd. 38, Nr. 5. Kristiania 1923.

grenze in Europa. Sie meidet den ganzen ozeanischen Klimabezirk und ist auch nicht einmal in dessen Gebirge eingedrungen.

Fragt man nach den unmittelbaren schädlichen Einwirkungen, die die Fichte aus den wintermilden Gebieten ausschließen, so ist man allerdings mehr oder minder auf Vermutungen angewiesen. Eine Reihe von Beobachtungen scheint zu zeigen, daß hier die Angriffskraft der Parasiten zunimmt.

Über die frühzeitige Rotfäule wird in allen künstlichen Anbaugebieten des Westens geklagt. Statistisch ist sie durch Flury für die unteren Lagen der Schweiz (vgl. S. 62) nachgewiesen. Auch tierische Feinde, wie z. B. *Nematus abietum* (die Fichtenblattwespe), haben sich immer besonders in den niederen und wärmeren künstlichen Anbaugebieten gezeigt, wie neuerdings in der Rheinprovinz, wo ihre Schädigungen geradezu den weiteren Anbau in Frage zu stellen scheinen¹.

Auch die großen Massenvermehrungen der Nonne, die oft ganze Fichtengebiete vernichtet haben, sind niemals in den höheren Gebirgslagen und im kühleren Verbreitungsgebiet, sondern fast immer nur in den Grenzgebieten, in Ostpreußen, Polen, Böhmen, in der Münchner Gegend, im Bodenseegebiet, in Schweden ebenfalls nur im Süden (Södermanland und Ostgotland) aufgetreten! Ebenso hatte auch Belgien (Campine) einmal eine solche Massenvermehrung.

Schließlich wäre auch noch der Spätfrostgefahr zu gedenken, auf die schon Rubner als begrenzenden Faktor in einer eingehenden Arbeit² hingewiesen hat.

Ich möchte aber diesem Umstand bei der natürlichen Verbreitung, die sich doch immer unter dem Schirm des schon vorhandenen Urwaldes anderer Holzarten (Birke, Kiefer und Eiche) hätte vollziehen müssen, keine allzu große Bedeutung beilegen. Etwas ganz anderes ist das natürlich bei der künstlichen Kultur auf freier Fläche.

Eher dürfte hier noch in Betracht zu ziehen sein, daß das wintermilde und humide atlantische Klima eine sehr schlechte Streuzersetzung und damit eine große Gefahr der Rohhumusbildung besonders bei der ohnehin dazu neigenden Fichte mit sich bringt.

In der Hauptsache wird man jedenfalls daran festhalten müssen, daß die europäische Fichte wie alle ihre Gattungsgenossen in Asien und Nordamerika eben ein ausgesprochener Baum eines winterkalten Klimas ist, und daß in wintermildem Klima, wie es in Westeuropa und auch noch in Westdeutschland vorliegt, immer die schattenertragenden Laubhölzer, wie die Buche, durch ein Zusammenwirken allerverschiedenster Umstände ein ökologisches Übergewicht erhalten, welches die Fichte höchstens noch in einem Grenzgebiet duldet, von diesem weg aber mehr und mehr ausschließt. Hier ist dem menschlichen Einfluß, der beim künstlichen Anbau diese Konkurrenz ausschalten kann, in weiterem Maße als an anderen schärfer klimatisch bedingten Grenzen Spielraum gegeben. Man hat davon auch gerade im Westen Deutschlands sehr reichlich Gebrauch gemacht. Aber auch dieser Spielraum hat seine Grenzen. Vielfach scheinen sie heute schon überschritten.

Was das Vorkommen der Fichte auf den verschiedenen Bodenarten betrifft, so zeigt sich überall da, wo sie in der Ebene mit der Kiefer zusammenkommt, wie z. B. in Ostpreußen, im Baltikum und in Rußland, daß sie sich von den trockneren und ärmeren Sandböden fernhält und diese der Kiefer überläßt. Wo die Böden aber lehmig werden, erscheint die Fichte sofort, und mit steigendem Lehmgehalt tritt sie immer mehr in den Vordergrund. Auf sandigen Böden findet sie sich nur, wenn diese durch Tieflage oder

¹ Vgl. dazu auch Rubner: Pflanzengeographische Grundlagen des Waldbaus, 2. Aufl., S. 216. 1925. Dasselbst auch weitere Angaben über Schädlinge und Literatur dazu.

² Rubner: Die Spätfrostgefahr und die Verbreitungsgrenzen unserer Waldbäume. Forstwiss. Zbl. 1921.

flach anstehende undurchlässige Schichten einen dauernd hohen Feuchtigkeitsgehalt haben.

So berichtet Willkomm, daß sie im Baltikum hauptsächlich in den feuchten bis bruchartigen Flußniederungen auftritt. Auch im Urwald von Bialowies, wo sie bis 50 m hoch wird, steht sie nach Rubner auf solchem Boden mit hohem Grundwasserstand. Ähnlich ist ihr Vorkommen in Oberschlesien, in ihrem Grenzgebiet in der Niederlausitz und in der nordwestdeutschen Enklave.

Auch auf reine Moor- und Hochmoorböden geht sie über, ist aber dort ähnlich wie die Kiefer meist kümmerlich und krüppelhaft.

Im Norden (Finnland und Schweden) wächst sie mit der Kiefer zusammen und gleich freudig wie diese auf den meist nur mit einer schwachen Erdschicht überdeckten Moränen- und Urgebirgsböden, auf denen überall die Steine und Blöcke noch zutage treten. Auch auf vermoorten Böden aller Grade findet sie sich dort in großem Umfang.

Auf den eigentlichen Gebirgsböden im Süden ihres Verbreitungsgebietes kommt sie auf den verschiedensten Gesteinsarten vor, ohne die eine oder andere merkbar zu bevorzugen oder zu meiden. Nur da, wo im Berührungsgebiet mit dem Laubholz Kalkgesteine eingesprengt sind, findet sich augenfällig ein Zurücktreten der Fichte gegen die Buche. Wo diese aber klimatisch fehlt oder zurücktritt, findet sich die Fichte auch urwüchsig und gutwüchsig auf Kalkgestein, so z. B. in den Kalkalpen. Ebenso habe ich sie im unberührten Urwald von Bosnien überall auf Kalkgebirge, um 1000 m herum noch vorwiegend mit Weißtanne gemischt, über 1500—1600 m aber auch in reinen Beständen getroffen.

Auf Buntsandstein kommt sie u. a. im Schwarzwald natürlich vor, und ist sie im westdeutschen (hessisch-hannoverschen) Bergland ganz besonders reichlich künstlich angebaut worden.

Sie ist also in ihrer Verbreitung auf den verschiedensten Gesteinsarten durchaus nicht wählerisch, verlangt aber doch wenigstens mittelkräftige, anlehmgige Böden. Auf geringeren kommt sie nur dann vor, wenn ihr eine reichliche, dauernde Bodenfrische geboten ist.

3. Die Weißtanne. *Abies pectinata* D. C. (*A. alba* Mill.).

Die dritte unserer Hauptnadelholzarten, die Weißtanne, hat im Gegensatz zur Fichte ein nur sehr beschränktes Verbreitungsgebiet, was zunächst recht auffällig erscheinen muß, da sie in ihrem ganzen ökologischen Verhalten der Fichte sonst vielfach nahesteht und ihre Grenze z. T. mit der der Fichte zusammenfällt. (Man sieht daraus, daß man niemals einzelne Grenzteile zur Beurteilung des gesamtökologischen Verhaltens einer Art heranziehen darf, sondern immer die Verbreitungsgebiete im ganzen betrachten muß.)

Die Nordgrenze¹ verläuft von der Nordwestspitze des Thüringer Waldes zunächst fast genau mit der Fichte durch Thüringen, durch die Nordspitze von Sachsen und die wendische Niederlausitz, wo sie im Wald der Herrschaft des Grafen Brühl-Pförtten im Belauf Preschen ihren nördlichsten Punkt unter 51° 40' erreicht. Hier bleibt sie hinter der Fichtengrenze (Tauer) etwa 30 km zurück. Dann nähern sich beide Grenzlinien wieder und laufen gemeinschaftlich über Sorau nach Schlesien, wo beide Arten wieder gemeinschaftlich im Waldbesitz der Stadt Breslau in Riemberg (dicht südlich des Katzengebirges) vorkommen, um dann nach Polen (südlich von Kalisz) überzutreten. In Polen aber trennen sich nun beide Grenzen entscheidend. Während die Fichte sich nördlich nach Ostpreußen zuwendet, läuft die Tannengrenze zunächst noch etwas weiter östlich (immer ungefähr unter 51° 30' und in Anlehnung an

¹ Dengler: Die Horizontalverbreitung der Weißtanne. Neudamm 1912.

das der Lysa gora vorgelagerte Berg- und Hügelland¹, um dann im Grenzgebiet von Wolhynien und Galizien scharf nach Süden umzubiegen. (Die schon von Köppen erwähnten Standorte bei Dubno und Wladimir-Wolhynsk scheinen hier die äußersten Eckposten zu sein.) In Galizien soll die Tanne weit verbreitet sein. Die Grenze geht hier in eine Ostgrenze über, und die Tanne steigt nun auch ins Gebirge (Karpathen und nördliche Balkangebirge).

Sie folgt dem Karpathenbogen bis hart an das Donauknie bei Orsova. In die südlichen Vorberge und die rumänische Tiefebene steigt sie nicht mehr herunter, ebenso aber auch nicht in das siebenbürgische Hügelland und das ungarische Alföld. Hier hat sie nur in einigen höheren Bergzügen, vor allem in dem über 1800 m hohen Bihargebirge einige abgesprengte Standorte. Ebenso fehlt sie im böhmischen Becken um Prag.

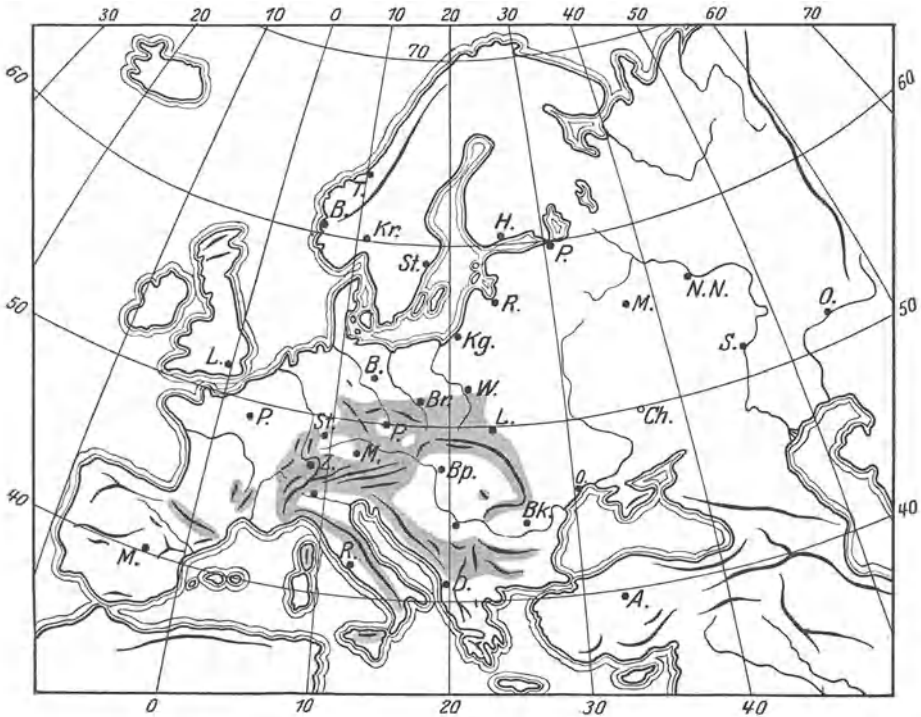


Abb. 31. Natürl. Verbreitungsgebiet der Weißtanne (*Abies pectinalis*). Entw. v. A. Dengler.

Südlich des Donauknies springt die Tannengrenze dann auf die Gebirge Serbiens, Bulgariens und Bosniens über und bildet hier lauter versprengte Inseln in den oberen Berglagen der einzelnen höheren Gebirge. Ihre südlichsten Standorte dürften sich hier im Balkan- und Rhodopegebirge und im mittelalbanischen Gebirge, etwa südwestlich des Ochridasees, finden, wo sie kürzlich noch von F. Markgraf² auf einigen Bergen bei 40° 50' n. Br. gefunden wurde.

Vom Rhodopegebirge aus hat man die Südgrenze der Tanne zu rechnen. Diese liegt in großem Zuge auf den Gebirgen Albanien, Siziliens und der Insel Korsika bis zu den Pyrenäen.

¹ Das weit davon abgesprengte Vorkommen eines kleinen Weißtannenbestandes im Bialowieser Wald unter 52° 45' dürfte nicht urwüchsig, sondern auf eine künstliche Anpflanzung der russischen Forstverwaltung zurückzuführen sein, obwohl dies strittig ist. Vgl. dazu Köppen: Verbreitung der Holzgewächse Bd. 2, S. 548. — Rubner: Pflanzengeographische Grundlagen des Waldbaus, S. 231.

² Markgraf, F.: An den Grenzen des Mittelmeergebietes. Dahlem 1927.

In der Krim und im Kaukasus kommt sie nicht mehr vor. Im letzteren Gebirge tritt dafür *Abies Nordmanniana* an ihre Stelle, ebenso gehören die in Kleinasien und Griechenland auftretenden Tannen anderen Arten (*Cephalonica*, *Apollinis* u. a.) an. Von Albanien zieht die Südgrenze dann, immer etwas von der Mittelmeerküste entfernt, durch die illyrischen Randgebirge, durch den Birnbaumer und Ternowaner Wald im Krainer Gebiet zu den Julischen Alpen. Nun folgt sie dem Südrand der Alpen bis zu den Seealpen und hat von da aus eine schmale, tiefgehende Aussackung nach Süden auf den Apenninen bis nach Kalabrien. Schließlich soll sie nach den italienischen Floren von Parlato^{re} und von Fiori und Padetti auch noch auf dem nordsizilianischen Madoniegebirge vorkommen oder vorgekommen sein (Parlato^{re} schreibt, daß er sie dort in 2000 m Höhe auf den hohen Gipfeln nur selten und meist zerstört [wahrscheinlich durch Ziegenweide und Hirten?] und meist klein und ohne Früchte gefunden habe). Unzweifelhaft ist dieser Standort aber natürlich. Denn in der dortigen Gegend und in solchen Höhenlagen wird damals niemand künstlichen Anbau betrieben haben. Dann läge hier der überhaupt südlichste Punkt der Tannenverbreitung bei 37° 45'. Auf Sardinien fehlt sie, kommt aber im korsikanischen Gebirge wieder vor.

Nach Westen vorgelagert finden sich noch zwei Enklaven im französischen Plateau central und in den Pyrenäen.

Ob das von Maire¹ beschriebene Vorkommen von einigen nicht unbeträchtlichen (50—100 ha großen) Tannenbeständen in 2—3 benachbarten Arrondissements der Normandie wirklich ein natürliches ist, dürfte erst noch geschichtlich näher zu untersuchen sein. Allerdings spricht das Auftreten in verschiedenen Privatwäldungen und vor allem die Benennung einiger Gehöfte und Örtlichkeiten nach der Tanne, sowie die ganze Art des Vorkommens, wie sie Maire schildert, stark dafür. Die weite Entfernung vom nächsten Punkt der Grenze (über 400 km bis zum Plateau central) und die auffällig niedrige Höhenlage, in der die Bestände auftreten (230—290 m), trotzdem Berge bis 400 m und darüber in der Nähe sind, spricht aber wieder dagegen. Auch die in den Ardennen vorkommenden Weißtannen, die man nach Schilderungen für natürlich halten müßte, haben sich doch als künstlich angebaut erwiesen.

Von den beiden vorgelagerten Inseln der Pyrenäen und des Plateau central abgesehen, beginnt die Westgrenze in den Seealpen, läuft dann am Westrand der Alpen über den Schweizer Jura in die Vogesen und geht, das Rheintal frei lassend, auf den Schwarzwald über. Von da aus ist ihre natürliche Grenze durch geschichtliche Nachforschungen in Süddeutschland² geklärt worden. Sie verläuft vom östlichen Schwarzwald südlich um den Schwäbischen Jura und die Hochebene von München herum, um dann mit zwei zungenartigen westlichen Ausbuchtungen in süd-nördlicher Richtung auf Bamberg—Koburg auszustreichen.

Bei letzterem Punkt schließt die von Windisch-Graetz gefundene Grenze genau an die von mir in gleicher Weise für Mitteldeutschland festgestellte an. Von Koburg zieht diese in nordwestlicher Richtung durch die südlichen Vorberge des Thüringer Waldes, an dessen Westspitze sie in die schon beschriebene Nordgrenze übergeht. Dem ganzen westdeutschen Bergland und auch dem Harz fehlt die Tanne von Natur nach meinen Untersuchungen³.

Über die vertikale Verbreitung besitzen wir in der schon angeführten Arbeit von Mattfeld eine äußerst reichhaltige Zusammenstellung. Ich greife daraus nur die wichtigsten Zahlen heraus (s. Tab. S. 69).

Es zeigt sich also auch bei der Tanne das allmähliche Höherrücken der unteren und oberen Grenze von Norden nach Süden wie bei der Fichte, dagegen kein Schmälerwerden der Gürtelbreite.

¹ Vgl. dazu Mattfeld: Das Areal der Weißtanne. Mitt. d. dtsh. dendrol. Ges. 1926, II, S. 18 u. 19.

² Fürst Windisch-Graetz: Die ursprüngliche natürliche Verbreitungsgrenze der Tanne in Süddeutschland. Dissert., München; Naturwiss. Z. f. Forst- u. Landw. 1912, H. 415.

³ Nachdem dies infolge der Unklarheit einiger alter Urkunden in der Artbezeichnung der Nadelhölzer von anderer Seite mehrfach angezweifelt worden war, haben neuerdings die pollenanalytischen Untersuchungen von Hesmer in mehreren Harzer Torfmooren durch das vollständige Fehlen von Tannepollen meine Feststellungen nun wohl endgültig bestätigt. Vgl. Hesmer: Die Waldgeschichte der Nacheiszeit des nordwestdeutschen Berglandes. Z. f. Forst- u. Jagdwes. 1928, H. 4 u. 5.

Gebiet	Durchschnittliche Grenze		Gebiet	Durchschnittliche Grenze	
	untere m	obere m		untere m	obere m
Thüringer Wald . .	fehlt	800	Nordwestkarpathen.	480	1180
Erzgebirge	fehlt	805	Ostkarpathen	770	1330
Riesengebirge . . .	fehlt	1000	Südkarpathen	780	1480
Bayrischer Wald . .	fehlt	1220	Rhodope	?	1700
Schweizer Jura . .	600	1300	Südlicher Apennin .	?	1850
Schwarzwald	400	1000	Pyrenäen	1300	2000

Ob aber die Angaben für die untere Grenze wirklich überall genau sind, darf man füglich bezweifeln, da sich in vielen, namentlich den östlichen und nördlichen Gebirgen, ein deutlicher Tannengürtel gar nicht ausbildet, sondern hier nach unten im Buchen-, nach oben im Fichtengürtel verschwindet. Besser ist die Tannenstufe in den westlichen und südwestlichen Gebirgen ausgebildet, wo in den Apenninen, Pyrenäen, im Jura und den Vogesen die Tanne entweder allein den oberen Nadelholzgürtel bildet oder die Fichte doch sehr gegen sie zurücktritt.

Das Maximum und zugleich auch Optimum der Tanne dürfte im Westteil der Alpen, im Schweizer Jura und den Vogesen liegen und wohl auch noch den Schwarzwald, das französische Plateau central und die Pyrenäen mit umfassen. Optimales Vorkommen im einzelnen findet sich auch wohl noch in vielen Lagen weiter östlich, aber es fehlt dann meist die Dichtigkeit und Häufigkeit derartiger Fälle. Die schönsten Tannenwälder Europas sollen nach Huffel im Jura stocken. In der Nordwestschweiz findet sich auch noch ein wegen seiner Schönheit und Massigkeit berühmt gewordener Tannenwald, der jetzt z. T. Naturschutzgebiet geworden ist, der Dürsrütiwald. Die größte in ihm stehende Tanne maß 1914 52,4 m Höhe mit 140 cm Durchmesser und einer Schaftmasse von 29,3 cbm! Baumhöhen über 50 m und Lebensalter bis zu 500 Jahren bei voller Gesundheit sind in diesen Gegenden und Höhenlagen um 1000 m herum nicht selten.

Die klimatischen Verhältnisse innerhalb des Verbreitungsgebietes sind bei der Tanne erheblich enger umgrenzt als bei der Fichte. Das Tannengebiet ist ja im wesentlichen nur in den Gebirgen Mitteleuropas gelegen, und die klimatischen Bedingungen können hier durch eine Verschiebung der Höhenstufe nach oben oder unten leicht ausgeglichen werden. Besonders wichtig erscheint daher jener Teil der Grenze, wo die Tanne in die Ebene heraustritt, das ist nur im Norden und Osten ihres Gebietes der Fall. Die Nordgrenze vom Thüringer Wald bis nach Polen hinein, die mit der Fichtengrenze und der Niederschlagskurve von 600 mm zusammenfällt, dürfte wie bei der Fichte eine reine Trockenheitsgrenze sein. Jedenfalls ist für die Tanne die Niederschlagsmenge, die sie hier erhält, auch die geringste in ihrem ganzen Verbreitungsgebiet überhaupt. (Gegen das trockene ungarische Tiefland hört ihre Grenze sogar schon an der 700-mm-Kurve auf.) Sehr auffällig ist nun bei dem weiteren Grenzverlauf, daß die Tanne von Polen aus nicht mehr weiter mit der Fichte nach Ostpreußen und Rußland hineingeht, sondern daß die bisherige Nordgrenze in Polen scharf abbiegt und zur Ostgrenze wird.

Die Temperaturmittel an den nächstgelegenen Stationen (Warschau, Lemberg, Czernowitz) betragen zwischen 19—20° für den Juli und —3—5° für den Januar, die entsprechenden mittleren Extreme +31/32° und —19/21°, die Niederschläge zwischen 600—700 mm. Zweifellos ist die bedeutsamste Änderung der klimatischen Einzelfaktoren nach Osten zu in der zunehmenden Strenge des Winters und seiner Extreme zu suchen. Die nächst östlich gelegenen meteorologischen Stationen Pinsk und Kiew haben +19° Juli- und —5—6° Januartemperaturen und Extreme von +32 und —23°. Weiter östlich nimmt dann die Winterkälte sehr rasch zu (Moskau Juli +19°, Januar —11°, Extreme +31 und —31°!). Während also der Sommer ziemlich gleich warm bleibt, steigt die Winterkälte außerordentlich stark an.

Die wichtigste Änderung in den klimatischen Faktoren jenseits der Ostgrenze der Tanne liegt also in der raschen Zunahme strenger Winter. Es ist nun auffällig, daß die Tannengrenze in diesem Teil von Polen und Galizien auch mit andern wichtigen Grenzlinien von Holzgewächsen zusammenläuft, die erfahrungsgemäß in strengen Wintern öfter erfrieren, daß ist die Eibe und der Efeu. Da auch die Tanne so ziemlich als einziger unter unsern Waldbäumen in sehr strengen Wintern manchmal ein Erfrieren zeigt, zudem auch überaus empfindlich gegen Spätfröste ist, so liegt es nahe, daß diese Verhältnisse hier ihrer Weiterwanderung nach Osten Einhalt geboten haben.

Inzwischen hat der überaus strenge Winter 1928/29 diese Vermutung reichlich bestätigt. Schon aus Oberschlesien und noch mehr aus Polen kommen überall die Nachrichten von massenhaftem Erfrieren auch alter Weißtannen im Walde!

Daß die Tanne in ihrem Gebirgsvorkommen an ihrer oberen Grenze weiter östlich noch etwas tiefere Wintertemperaturen (Januarmittel) aufzuweisen hat, wie Rubner betont, ist wohl richtig. Rubner führt die böhmische Seite des Bayrischen Waldes an, wo diese auf $-5-6^{\circ}$ sinken dürften. In gewissen Teilen der Schweizer Alpen, wie im Engadin und Wallis, wo die obere Tannengrenze bei 1630 m (nach Christ) bzw. 1800 (nach Jaccard) angegeben wird, dürften die Januarmittel wohl noch über -7° hinausgehen. Es ist aber zu bedenken, daß trotzdem im Hochgebirge die absoluten Extreme in Frostperioden meist stark abgestumpft sind (Gesetz der sog. Temperaturumkehr).

Daß die Tanne auf den Gebirgen der Balkanhalbinsel ebensoweit nach Süden gegangen ist wie die Fichte (Montenegro, Albanien), dagegen auf der Apenninhalbinsel und in Frankreich und Spanien (Pyrenäen) ohne diese weit nach Süden vorgestoßen ist, ist wohl nur durch einwanderungsgeschichtliche Umstände, die wir allerdings noch nicht kennen, einigermaßen verständlich zu machen. Was die Temperaturverhältnisse in den dortigen Gebirgen betrifft, so gibt Fiori¹ im südlichen Apennin die obere Höhengrenze der Tanne bei 1800 m an. Nach den nächstgelegenen meteorologischen Beobachtungsorten (Monte-Vergine bei Neapel 1377 m und Potenza 826 m) würden sich etwa folgende Grenzwerte ergeben:

	Juli	Januar	Niederschläge
bei 1800 m	+ 15,0 ^o	— 3,7 ^o	über 1800 mm.

In den Pyrenäen, wo die Höhengrenze nach Roux bei 2000 m liegen soll, würden die entsprechenden Zahlen, berechnet nach den Stationen Bagnère (550 m) und Pic du Midi (2860 m), sein:

bei 2000 m	+ 10,7 ^o	— 3,7 ^o	1500 mm.
------------	---------------------	--------------------	----------

Trotz des sehr viel kühleren Sommers ist das Januarmittel, also der Winter, gleich, und es erscheint nur verwunderlich, daß die Tanne bei so mäßigen Wintermitteln nicht noch höher hinaufsteigt.

Die Frage, warum die Tanne im Süden und Westen nicht tiefer hinuntersteigt und sich nicht in die Ebene, z. B. nach Frankreich und in das westdeutsche Bergland hinaus, verbreitet hat, ist m. E. ähnlich wie bei der Fichte nur aus dem allgemeinen Gesichtspunkt heraus zu verstehen, daß auch sie nicht auf ein wintermildes atlantisches Klima eingestellt ist, wenn das bei ihr auch nicht ganz so scharf hervortritt wie bei der Fichte.

Auch die nahe verwandten Tannenarten des Südostens (*Abies cephalonica*, *Apollinis*, *Nordmanniana* u. a.) steigen nicht in die Ebenen hinab. Im Gebirge ist unsere Tanne von Natur nicht einmal in die untere Hälfte des Buchengürtels hinuntergegangen.

Es scheint mir kein Zufall zu sein, daß sie nur im Nordosten etwas in die Ebene getreten ist, wo die kontinentalere Klimatönung die Buche schon in ihr eigenes Grenzgebiet rückt und ihre Konkurrenz der Tanne gegenüber abschwächt. Mancherlei bisher gelobte Anbauversuche im atlantischen Klimagebiet, in Nordwestdeutschland, Dänemark und England und sogar in der Normandie mögen dagegen sprechen. Aber schon hört man hier und da vom „Tannensterben“, das sich zwar nicht ausschließlich in den wärmeren Lagen zeigt, aber dort gerade allem Anschein nach besonders verderblich aufzutreten scheint. Jedenfalls hat

¹ Fiori, A.: Prodrómo di una Geografia Botanica dell' Italia. Padua 1908.

es in der Eifel wie in Nordwestdeutschland und Dänemark erst nach jahrzehntelangem Gedeihen eingesetzt. Es bleibt erst abzuwarten, wieweit diese Anbauversuche sich auf die Dauer halten werden.

Die Böden, auf denen die Tanne von Natur vorkommt, sind etwa die gleichen wie bei der Fichte. Auf Hochmoor aber fehlt sie vollständig. Sie ist wohl eher etwas anspruchsvoller als die Fichte und kommt vor allem gern auf tätigen kräftigen Böden mit mildem Humus vor. Wenn sie auch auf Silikatgesteinen durchaus freudig wächst, so scheint ihr Optimum doch auf Kalk zu liegen (Schweizer Jura, Westalpen).

4. Die Rotbuche (*Fagus silvatica* L.).

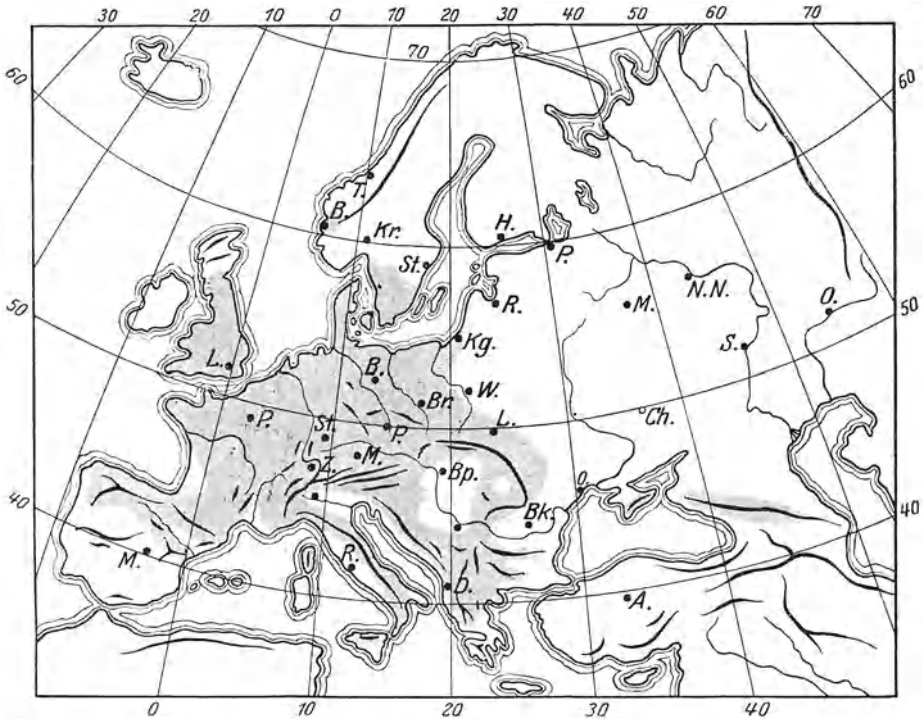


Abb. 32. Natürl. Verbreitungsgebiet der Rotbuche (*Fagus silvatica*). Entw. v. A. Dengler.

Die Nordgrenze der Rotbuche beginnt zwischen England und Schottland, überquert die Nordsee, schneidet durch die Südspitze von Schweden (etwa von Göteborg nach der Insel Öland¹) und springt dort nach Ostpreußen über. Hier beginnt bereits die reine Ostgrenze. Diese zieht sich von Königsberg über den Stadtwald von Rössel und über Sadowo bei Bischofsburg durch das östliche Polen (mit einer kleinen Einbuchtung um Warschau herum), weiter durch Wolhynien und Podolien (Bessarabien noch im Kreise Chotin streifend?) nach der Bukowina, die ihren Namen ja von der Buche erhalten hat. Von hier ab südlich wird auch diese Holzart wieder ein Gebirgsbaum, wenn sie freilich auch meist viel tiefer zurückbleibt als die Tanne oder gar die Fichte. Sie fehlt aber von Natur schon in der ungarischen und rumänischen Tiefebene.

¹ Eine kleine abgesprengte Enklave findet sich noch an der milden Südwestküste von Norwegen bei Bergen.

Die in den Gebirgen der Krim und des Kaukasus vorkommende Buche wird neuerdings als besondere Art (*Fagus orientalis*) betrachtet, da sie nach Lipsky¹ der japanischen *Fagus Sieboldii* näherstehen soll als der europäischen.

Auf der Balkanhalbinsel tritt die Buche in der unteren Waldzone in allen Gebirgen Jugoslawiens und Bulgariens auf und geht südlich noch bis zum Berg Athos, zum Olymp- und Pindosgebirge. (Als südlichster Punkt dürfte hier das nach der Buche (ὄξυα) benannte Oxiagebirge in Ätolien zu gelten haben.)

An der dem Lauretum zugehörigen Mittelmeerküste fehlt sie von Natur wohl ganz, vielleicht einige Punkte in Istrien ausgenommen. Im Inneren von Italien kommt sie aber auf dem ganzen Apennin und auch noch auf den nord-sizilianischen Gebirgen vor, wo sie ihren überhaupt südlichsten Punkt erreicht. Dann springt die Südgrenze nach Korsika über. (In Sardinien fehlt sie.) Von den Seealpen läuft die Grenze, die südliche Rhoneebene umgehend, nach Spanien, wo die Buche aber nur in den Gebirgen der nördlichen Hälfte vorkommt. Dort beginnt dann die Westgrenze.

Die Nordwestküste von Portugal hat auch im Gebirge schon keine Rotbuchen mehr. An der südlichen Westküste von Frankreich fehlt sie in den Landes, sowie in der ganzen Gegend der unteren Gironde bis in Teile der Vendée hinauf.

Im allgemeinen fällt die Grenze sonst mit der Westküste von Frankreich zusammen und geht schließlich von dort nach England über. In Irland soll die Buche wieder von Natur fehlen.

Über die vertikale Verbreitung ist folgendes zu sagen: Eine untere Grenze hat die Buche im ganzen nördlichen Teil ihres Gebietes nicht, erst in den südlichen Karpathen und Alpen beginnt sich eine solche auszubilden, um dann nach Süden zu immer deutlicher zu werden und höher hinaufzurücken. Die obere Grenze liegt im Norden am Harz bei etwa 800 m, in den südlichen Alpen bei 1500 m und in Sizilien und den Pyrenäen soll sie sogar bis 2000 m hoch steigen.

Am Harz als dem nördlichsten Gebirge ist sie bei 800 m heute selten. Einzelne fruchtende Bäume und etwas Jungwuchs fand ich aber an den Bismarckklippen bei Schierke noch bei 890 m². Im Erzgebirge liegt die obere Grenze etwa zwischen 850—900 m, in den südlichen Alpen schon zwischen 1500—1600 m. In den zentralen, mehr kontinental getönten Alpen fehlt die Buche meist ganz³, oder sie tritt nur sehr spärlich auf und erleidet eine starke Depression ihrer Grenze bis zu etwa 1200 m. In den mittleren Apenninen liegt der Buchengürtel nach Fiori zwischen 1000—1800 m, in Sizilien schließlich zwischen 1300—2000 m. Für die französische Seite der Pyrenäen gibt Matthieu 70(?)—2100 m, für die spanische Willkomm 400—1900 m als Gürtelgrenze an. Für die Karpathen liegen viele Messungen von Fekete und Blattny vor. Im Durchschnitt liegt die untere Grenze zwischen 200—400 m, die obere Baumgrenze zwischen 1150—1400 m, und als Strauch geht die Buche, gelegentlich die Waldgrenze bildend, noch bis 1500 m hinauf. Für die Gebirge der nördlichen Balkanhalbinsel gibt Beck von Managetta im Liburnischen Karst 580—1330 m, für die Herzegowina und Montenegro 1050—1600 m als Grenzen an. Es zeigt sich in der vertikalen Verbreitung also neben dem Ansteigen nach Süd auch ein solches von Ost nach West: Montenegro 1600 m, mittlerer Apennin 1800 m, Pyrenäen 2100 m!

Ihre maximale und optimale Verbreitung findet sie wohl im mittleren Frankreich und dem angrenzenden westdeutschen Berg- und Hügelland. Davon strahlt nach Norden und Nordosten ein Gebiet häufigeren Auftretens in einem Küstenstreifen längs der Nord- und Ostsee aus: Schleswig-Holstein, Dänemark, Mecklenburg bis nach Pommern hinein (Insel Rügen!).

¹ Acta Horti Petropolitani 1898, T. XIV, II.

² Dengler: Die Wälder des Harzes einst und jetzt. Z. f. Forst- u. Jagdwes. 1913, H. 3.

³ Tschermak: Die Verbreitung der Rotbuche in Österreich. Mitt. a. d. forstl. Versuchswes. Österr. 1929, H. 41.

Ein zweites Maximum und Optimum aber liegt offenbar in gewissen Lagen der südlichen Gebirge. Hier finden sich noch weit ausgedehnte prachtvolle Buchenwälder im Urzustande in den Südkarpathen und in Bosnien. Auch in den Pyrenäen sollen solche noch auf beiden Seiten vorkommen.

Die klimatischen Verhältnisse im Verbreitungsgebiet lassen sich etwa durch folgende Zahlen belegen:

	Sommer Grad C	Winter Grad C	Max. Grad C	Min. Grad C	Niedersch. mm
An der Nordgrenze:					
Göteborg	+16,8	—0,7	+28	—14	780
An der Ostgrenze:					
Königsberg	+17,5	—2,7	+32	—19	680
Warschau	+18,8	—3,4	+32	—21	570
Czernowitz	+20,1	—5,1	+33	—21	630
An der Westgrenze:					
St. Malo i. d. Bretagne	+16,5	+4,9	+32	—4	800
In den südlichen Gebirgen:					
Sizilien, 1300 m	+20,1	+2,6	+32	—7	?
„ 2000 m	+15,4	—1,8	+25	—10	?
Pyrenäen, 400 m ¹	+18,7	+4,1	+33	—10	1200
„ 2100 m	+10,3	—4,1	+23	—20	1500

Den wärmsten Sommer würde die Buche also bei Czernowitz an der Südgrenze und in Sizilien an der unteren Grenze mit rund 20° Julimittel, den kältesten Sommer an der oberen Grenze in den Pyrenäen mit rund 10° haben, die wärmsten Winter in der Bretagne mit +4,9°, den kältesten Winter aber an der Ostgrenze bei Czernowitz mit rund —5° und an der oberen Grenze in den Pyrenäen mit rund —4°. Die Niederschläge schwanken zwischen 600—700 mm an der Ostgrenze und 1500 mm in den oberen Pyrenäen.

Die klimatischen Verhältnisse des Buchengebietes sind jedenfalls wesentlich andere als bei den bisher behandelten Nadelhölzern. Besonders fällt der Gegensatz mit der Fichte auf. Man kann geradezu sagen: In der Ebene schließen sich beide Arten aus, die Buche geht nur eben bis dahin, wo die Fichte anfängt. In den Gebirgen überschneiden sich zwar die Zonen, sind aber in der Hauptsache auch hier getrennt (Buche unten, Fichte oben). Ebenso ist unverkennbar, daß, während die Fichte nach Westen zu immer mehr von den südlichen Gebirgen Europas verschwindet, umgekehrt die Buche hier immer stärker auftritt. Sie ist hier oft die Hauptholzart des Gebirges und bildet in den besonders ozeanisch gelegenen Gebieten sogar verschiedentlich die Wald- und Baumgrenze!

Gleich ist sie der Fichte aber darin, daß sie die heißen und trocknen Ebenen im Südosten und Süden meidet.

Die Buche zeigt aber hier in ihren Feuchtigkeitsansprüchen doch einen geringeren Anspruch als Fichte und Tanne, da sie sowohl in dem trockneren Gebiet von Norddeutschland als auch im böhmischen und Wiener Becken vorkommt. Auch gegen die ungarische Randzone der Pusta dringt sie viel weiter vor.

Aus ihrem ganzen Verbreitungsgebiet erhellt die ausgesprochene Anpassung an das atlantische Klima, an dessen Ostgrenze sie in breiter Front haltmacht. Neben der Gefährdung in der Jugend durch späte Frühjahrsfröste (Junifröste!) hat sie bei uns im „sibirischen“ Winter 1928/29 zum

¹ Die unwahrscheinliche Angabe von Matthieu über die untere Grenze auf französischer Seite bis zu 70 m ist nicht berücksichtigt worden. Es wird sich dabei wohl nur um künstliche Anpflanzungen handeln!

erstenmal auch schwere Winterfrostschäden gezeigt. Im Opperler Bezirk (Obf. Jellowa) sind vielfach alte Rotbuchen ganz erfroren. Das ist etwas, was wir bisher für unmöglich gehalten hätten, was aber den tieferen Sinn ihrer Ostgrenze mit einernial schlagartig beleuchtet!

Ebensowenig steigt sie aber in das sommerheiße und sommertrockne Mittelmeerklima hinab, sondern geht dort in die mittleren und oberen Berglagen.

Daß sie im Westen schließlich auch gegen die schon ins Lauretum hinüberspielende Tönung des am schärfsten ausgesprochenen atlantischen Klimas empfindlich zu werden beginnt, zeigt ihr Fehlen an der Nordwestküste Portugals, in den Landes und in Irland, wo die Januartemperaturen schon auf $+6-7^{\circ}$ steigen und die Julitemperaturen im Norden (westlich Irland) schon unter 15° sinken.

Von den verschiedenen Bodenarten, auf denen sie vorkommt, bevorzugt sie ganz auffällig die Kalkböden. Auf diesen bildet sie besonders gesundes, weißkerniges Holz, einen langen und schlanken Schaft mit silbergrauer Rinde und zeigt eine hohe Verjüngungsfreudigkeit. Ähnlich wächst sie auf Basalt und Nagelfluh. Jedoch kommt sie auch auf allen andern mittelkräftigen Gebirgsböden bei genügender Frische noch gut fort. Auf nassen Lagen und auf sehr untätigen Böden (Plateaus, Buntsandsteinköpfe) wird sie kümmerlich. Auf trocknen grobkörnigen und armen Sanden fehlt sie von Natur wohl ganz. Doch kommt sie in der norddeutschen Tiefebene auf anlehmigen und feinkörnigen, frischen Sandböden als wichtiges und willkommenes Misch- und Unterholz der Kiefer oft und zweifellos auch natürlich vor. Überschwemmungsgebiete und alle Moorböden meidet sie aber gänzlich.

5. Die Stieleiche (*Quercus pedunculata* Ehrh. = *Qu. Robur* L.).

6. Die Traubeneiche (*Quercus sessiliflora* Ehrh.).

Die Unterscheidung der Stiel- und Traubeneiche ist von vielen Pflanzengeographen und Forschungsreisenden namentlich früher nicht genau durchgeführt werden. Sie ist ja auch bei den vielen auftretenden Zwischenformen oft schwer. Daher sind die Angaben über ihre Verbreitung, namentlich im Süden und Südosten, noch recht unsicher und müssen mit Vorbehalt wiedergegeben werden.

In großen Zügen ist die Verbreitung der Stieleiche folgende: Von Schottland durch Südkandinavien zieht die Nordgrenze durch das mittlere Rußland bis nahe zum Ural. Von da springt die Ostgrenze unter Auslassung der Steppe nach dem Kaukasus und Kleinasien über. Die Südgrenze geht vom Süden der Balkan- und Apenninhalbinsel nach dem Norden von Spanien. Von da fällt die Westgrenze überall mit der Küste des Atlantischen Meeres zusammen.

Im einzelnen ist der Verlauf folgender:

Die Nordgrenze der Stieleiche springt vom Norden Schottlands nach Norwegen über, setzt dort aber sehr viel nördlicher, etwa bei Trondhjem, ein, umgeht die norwegisch-schwedischen Grenzgebirge in einem Bogen nach Süden bis in die Gegend von Kristiania und läuft von dort zur Ostküste von Schweden. Sie überquert dann den Bottnischen Meerbusen, zieht durch den südlichen Küstenstrich von Finnland und geht zwischen Finnischem Meerbusen und Ladogasee nach Rußland. Dieses durchzieht sie in langsamem Abfall gegen Osten, um vor dem Ural scharf nach Süden abzubiegen. Damit beginnt die Ostgrenze, die unter Umgehung der russischen Steppen nach dem Kaukasus und Kleinasien bis zum Kaspischen Meer (Nordpersien) geht. Von da ab beginnt die Südgrenze: Vom Kaspischen Meer um das mesopotamische Tiefland herum zum Golf von Iskanderun. Wie weit sie und ihre Schwesterart, die Traubeneiche, aber in Kleinasien wirklich vorkommt, bedarf noch sehr der näheren Feststellung. Auf der ganzen Balkan- und Apenninhalbinsel kommt sie jedenfalls bis zum äußersten Süden vor. Fraglich ist ihr Vorkommen in Sizilien, Korsika und Sardinien. In Spanien ist sie nur im nördlichen Teil und in Portugal nur im Nordwesten verbreitet. Die Westgrenze geht von da nach Irland und Schottland.

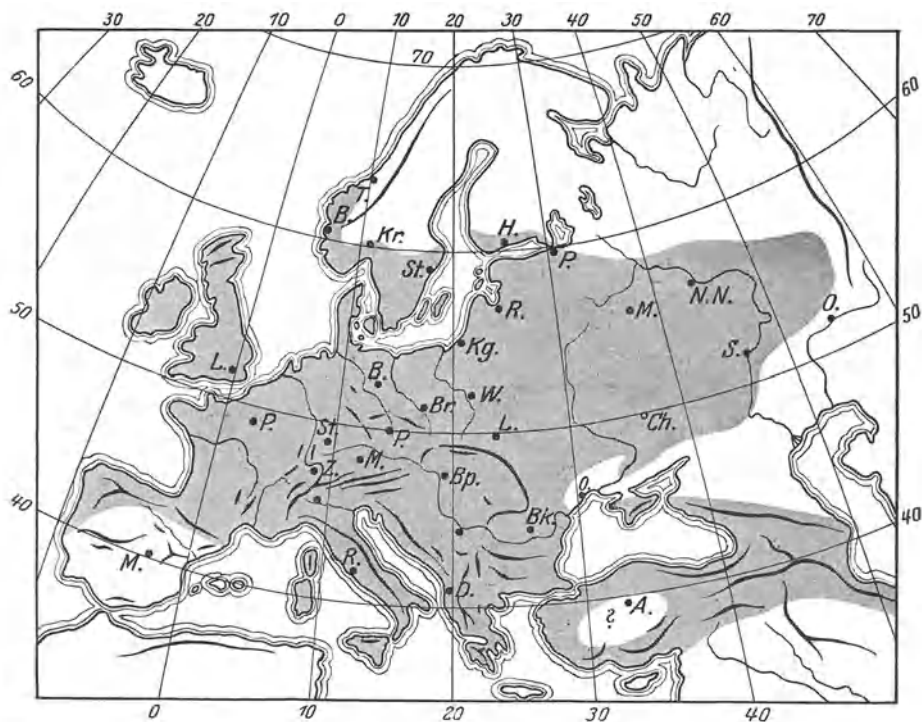


Abb. 33. Natürl. Verbreitungsgebiet der Stieleiche (*Quercus pedunculata*). Entw. v. A. Dengler.

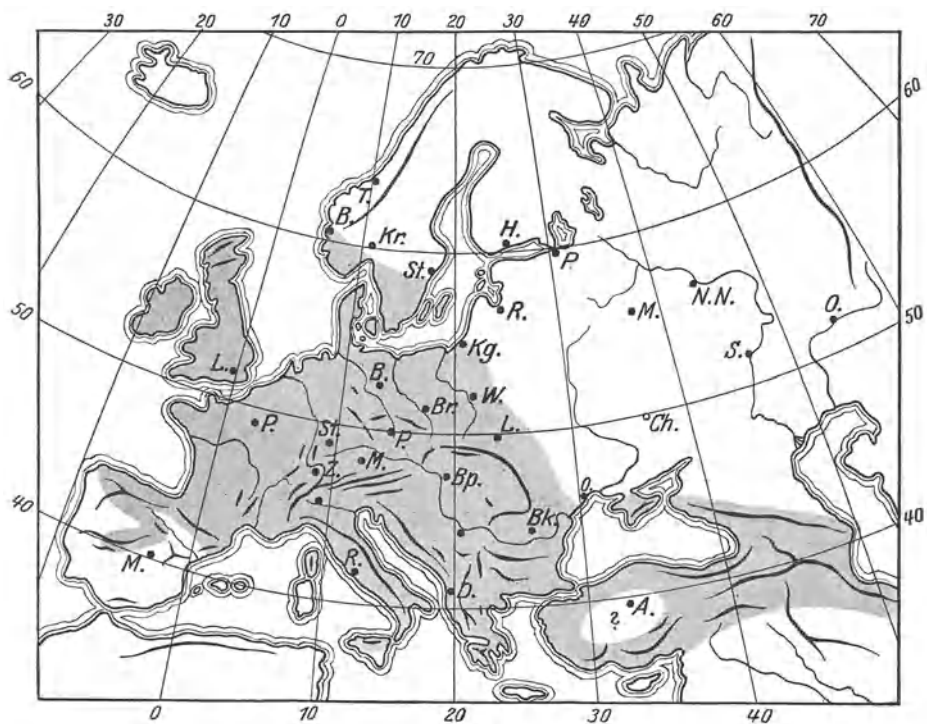


Abb. 34. Natürl. Verbreitungsgebiet der Traubeneiche (*Quercus sessiliflora*). Entw. v. A. Dengler.

Die Verbreitung der Traubeneiche ist in großen Zügen folgende: Die Nordgrenze von Schottland durch Südsandinavien bleibt etwas hinter der Stieleiche zurück. Nach Rußland geht sie nicht mehr hinein, sondern wird im äußersten Ostpreußen zur Ostgrenze, die ähnlich der Buche, aber etwas östlich davon, durch Polen zum Schwarzen Meere zieht. Von den Kaukasusländern durch Kleinasien geht dann die Südgrenze über Griechenland und die Südspitze von Italien nach Nord- und Mittelspanien. Die Westgrenze fällt wie bei der Stieleiche mit der Küste des Atlantischen Meeres zusammen.

Im genaueren ist die Verbreitung folgende: Die Traubeneichengrenze geht zwar auch von Nordschottland nach Norwegen, bleibt aber dort und in Schweden schon viel südlicher. An der Ostküste trennt sie sich sogar scharf von der Stieleiche und geht über Öland und Gotland nach Ostpreußen über, in dessen östlichsten Teil sie nicht heimisch sein soll. Die Ostgrenze läuft dann ähnlich wie die Buchengrenze weiter, geht aber doch etwas tiefer nach Rußland hinein und südlich bis ans Schwarze Meer. Von da läuft sie über die Krim und den Kaukasus und soll ebenfalls bis in den Norden von Persien gehen. Ob sie in Kleinasien ebenso weit oder weniger weit wie die Stieleiche verbreitet ist, ist noch unsicher. Ihre Südgrenze zieht dann über Griechenland zur Südspitze von Italien. Fiori gibt sie auch für Nord-sizilien (mit der Buche zusammen) an. Ihr Vorkommen in Sardinien scheint fraglich. In Spanien läuft die Grenze am südlichen Rand der Pyrenäen von Barcelona unter Umgehung des Ebrotieflandes in die zentralen Gebirge nördlich von Madrid und von da wieder unter Umgehung des nördlichen Tafellandes in die Randgebirge am Golf von Biskaya. Die Westgrenze fällt von hier nach Irland wieder mit der Grenze der Stieleiche zusammen.

Über die vertikale Verbreitung der beiden Arten sind wir überhaupt nur für einzelne Gebirge und auch da höchst unsicher unterrichtet, da hier beide Eichen selten vorkommen und durch künstlichen Anbau beide Formen noch durcheinandergebracht sind. Alle Angaben darüber haben höchst fraglichen Wert.

Eine untere Grenze ist in Europa, zum mindesten für die Stieleiche, nicht festzustellen, für die Traubeneiche scheint sie sich nach eigenen Beobachtungen in den Südkarpathen doch schon anzudeuten, indem die Traubeneiche dort über den Gebirgsfuß hinaus nur noch selten vorkommt und von der flaumhaarigen und Zerreiche abgelöst wird.

Für die oberen Grenzen werden folgende Zahlen gegeben:

Obere Grenze als eingesprengtes Mischholz.

	Stieleiche m	Traubeneiche m	Gewährsmann
Harz	490	590	Willkomm
„	?	650	Dengler
Erzgebirge	570	516 (?)	Rubner
Bayrischer Wald	790	710	Sendtner
Schwarzwald	600—700	700—800	Kirschleger
Schweizer Alpen:			
Glarus	850	nur in niedrigeren Lagen und selten	Christ
Beatenberg	1200!	desgl.	
Wengen	1300!	desgl.	
Zentralalpen	830	1190	Büsgen
Tiroler Alpen	selten	1370	
Zentralkarpathen	650	800	Fekete und Blattny
Südkarpathen	610	990	
Siebenbürgen (Bihargebirge)	730	860	
Kroatien	570	790	
Kaukasus	1700	1800 ¹	
Pyrenäen	1200	1500	Radde
Sizilien	?	1800	Mathieu Fiori

¹ Bis 1800 m soll nach Radde auch noch *Ilex aquifolium* und *Rhododendron ponticum* vorkommen, auch *Castanea sativa*!

Überblickt man die Reihe dieser Zahlen, so tritt auch hier wieder deutlich das Aufsteigen beider Arten gegen Süden hervor. Im gegenseitigen Verhältnis von Stiel- und Traubeneiche aber finden sich merkwürdige Widersprüche. Während in der Mehrzahl der Fälle, besonders im Süden, die Traubeneiche höher geht, bleibt sie in einigen Fällen zurück. Besonders muß das hohe Aufsteigen der Stieleiche in der Schweiz nach Christ (bis 1300 m) und das dortige Zurückbleiben der Traubeneiche in niedrigeren Lagen auffallen! Eine genügende Erklärung für diese Umkehrung des Verhaltens läßt sich nicht finden. Möglicherweise liegen doch Verwechslungen der beiden Arten vor, zumal sie ohne Früchte ja oft schwer voneinander zu unterscheiden sind.

Die Verteilung der beiden Eichenarten innerhalb ihrer Verbreitungsgebiete ist wegen ihrer natürlichen und vielleicht noch mehr wegen ihrer künstlichen Durchmischung ebenfalls undurchsichtig. Beide zusammen finden zweifellos ein Maximum in Frankreich, wo sie nach der Statistik von Matthieu 29% der gesamten Waldfläche ausmachen und zusammengefaßt „la véritable essence nationale“ genannt werden.

Nur im südlichen Frankreich mit seinen gebirgigen Erhebungen und dem Mittelmeerklima an der Küste, sowie den großen Sandflächen in den Landes werden sie seltener und minder wuchskräftig.

Dieses Maximum und wohl auch Optimum in Frankreich greift östlich auch wohl noch in die wärmeren Lagen Deutschlands über (Rheintal mit seinen Nebenflüssen und begleitenden unteren Berglagen). Bei uns zeigt sich aber ziemlich deutlich eine Trennung in der Weise, daß in den tieferen und nördlichen Gebieten (Mittel- und Niederrhein, Westfalen) mehr die Stieleiche vorherrscht, während in den mittleren Berglagen des Westens die Traubeneiche in den Vordergrund tritt (Rheinisches Gebirge, Taunus, Odenwald und besonders der wegen seiner alten, starken und hochwertigen Traubeneichen berühmte Spessart!). Dieses Hervortreten der Stieleiche nach Norden zu in Deutschland macht sich auch im nördlichen Hannover, Schleswig-Holstein und Mecklenburg geltend.

Die elf riesigen, alten Eichen von Ivenack in Mecklenburg, von denen die stärkste bei 40 m Höhe und 331 cm Durchmesser auf einen Inhalt von 200—220 fm Holz geschätzt wird, sollen alle Stieleichen sein!

Im mitteldeutschen und süddeutschen Bergland (Solling, Süntel, Deister, Wesergebirge, Vogelsberg u. a.) ist dagegen die Traubeneiche häufiger. Daneben haben wir aber überall im Niederungsgebiet der großen Ströme in den sog. Auwaldungen ein altes, meist reines Stieleichengebiet, das ehemals offenbar sehr mächtig gewesen sein muß und auch das Traubeneichengebiet netzartig durchsetzt hat.

Im Südosten finden wir ein zweites Maximal- und Optimalgebiet beider Arten: der Traubeneiche im siebenbürgischen Berg- und Hügel-land und in den unteren Berglagen Ungarns, Österreichs und Jugoslawiens, der Stieleiche in den Niederungen der Donau, Drau und Save, wo sie besonders mächtige und schöne Waldungen bildet. (Die im Holzhandel berühmte „slawonische Eiche“ stammt allerdings wohl auch aus den Traubeneichenbeständen des umgebenden Berg- und Hügellandes!)

Die klimatischen Bedingungen innerhalb des Verbreitungsgebietes der beiden Eichenarten sind zu verschieden, um sie zusammengefaßt darzustellen. Sie müssen daher, wenigstens teilweise, getrennt betrachtet werden.

Die klimatischen Mittelwerte an den der Grenze nächstliegenden Orten betragen:

A. Stieleiche.

	Juli Grad C	Januar Grad C	Max. Grad C	Min. Grad C	Niedersch. mm
1. Nordgrenze.					
Aberdeen (Nordschottland)	+13,7	+ 3,2	?	?	800
Bergen (Südnorwegen)	+14,4	+ 0,9	+26	-16	1960
Stockholm	+16,7	- 3,5	+29	-19	530
St. Petersburg	+17,7	- 9,3	+29	-29	480
Wjatka	+18,6	-14,9	?	?	390
2. Ostgrenze:					
Orenburg	+21,6	-15,9	+36	-33	390
Saratow	+22,0	-10,8	?	?	?
Jelissatwetpol, südlich vom Kaukasus	+24,8	- 0,2	?	?	260
3. Westgrenze:					
Coimbra (Portugal)	+20,6	+ 8,8	+38	- 1	910
Brest (Westfrankreich)	+17,9	+ 6,3	+32	- 5	900
Killarney (Irland)	+14,8	+ 5,5	?	?	1440

Die Südgrenze liegt überall in den höheren Bergstufen. Bei der Unsicherheit der dortigen Grenzhöhen ist auf Zahlen dafür hier verzichtet worden, um so mehr als sie sicher innerhalb der obigen Werte liegen!

Die Betrachtung der Klimawerte zeigt bei der Stieleiche für ein Laubholz des Fagetums eine ungewöhnlich hohe klimatische Indifferenz. Von dem ausgesprochen atlantischen Klima des Westens mit kühlen Sommern (von nur +14⁰ Juli) und warmen Wintern (bis zu +6—8⁰ Januar) geht die Stieleiche bis zum kontinentalen Gegenpol in Europa mit Sommern von fast tropischer Hitze (22—24⁰) und strengen Wintern (-14 bis 15⁰). Dabei bewegt sich die Niederschlagshöhe von fast 2000 mm im Westen bis zu knapp 300 mm im Südosten, und das noch dazu bei einem heißen Sommer! Wahrscheinlich wird sich die Stieleiche dort wohl ganz auf die Uferwaldungen der Ströme mit höherem Grundwasserstand beschränken. Jedenfalls steht die Stieleiche aber hier auch dicht an ihrer Trockengrenze, da sie das ganze Gebiet der südkaukasischen und südrussischen Steppen umgeht.

B. Traubeneiche.

	Juli Grad C	Januar Grad C	Max. Grad C	Min. Grad C	Niedersch. mm
1. Nordgrenze: Die gleichen Werte wie bei Stieleiche von Aberdeen bis Stockholm.					
2. Ostgrenze:					
Königsberg	+17,5	-2,7	+32	-19	680
Lemberg	+19,1	-4,3	+31	-19	710
Odessa	+22,6	-3,7	+33	-18	410
Tiflis	+24,5	+0,2	+35	-12	490
3. Westgrenze: Abgesehen von Coimbra wie bei Stieleiche.					
4. Südgrenze (Gebirge, obere Grenze):					
Kaukasus ¹ , 1800 m	+15,5	-5,6	?	?	?
Sizilien ² , 1800 m	+16,8	-0,6	+27	-10	?
Pyrenäen ² , 1500 m	+13,1	-1,5	+27	-17	ca. 1500

¹ Berechnet nach Tiflis, 440 m, und Gudaur, 2160 m. Nach Woeikof: Klimate der Erde Bd. 1, S. 376.

² Berechnung nach S. 73.

Gegenüber der Stieleiche fällt bei der Traubeneiche sofort auf, daß sie dieser nicht ins Gebiet der strengen Winter folgt.

Das tiefste Januarmittel beträgt nur $-5,6^{\circ}$ im hohen Kaukasus, etwa ebensoviel wird es auch östlich von Lemberg betragen, wo die Grenze im russischen Tiefland liegt. Die mildesten Winter liegen im Nordwesten Frankreichs und Irlands mit $+5-6^{\circ}$, ähnlich wie bei der Stieleiche. Die heißesten Sommer im transkaukasischen Tief- und Hügelland mit $+24^{\circ}$ hat sie durchaus mit der Stieleiche gemein, die kühlestn Sommer liegen an ihrer Höhengrenze in den Pyrenäen und in Irland mit $+13-14^{\circ}$. Auch hierin unterscheidet sie sich kaum von ihrer Schwesterart.

Klimatologisch ähnelt die Traubeneiche jedenfalls mehr der Rotbuche wie der ihr morphologisch so viel näherstehenden Stieleiche!

Ein starker ökologischer Gegensatz zwischen den beiden Schwesterarten zeigt sich auch im Vorkommen auf den verschiedenen Bodenarten. Während die Stieleiche mit Vorliebe auf den schweren Lehmen und Schlickböden der Niederungen und im Überschwemmungsgebiet der Flüsse auftritt und auch auf anmoorigen Böden (trockneren Brüchern und Bruchrändern) wenigstens noch vorkommt, fehlt die Traubeneiche auf beiden von Natur wohl ganz. Auf milderen Lehm Böden treffen sich beide wohl, im allgemeinen nimmt aber die Traubeneiche immer mehr die Hügel, Berge und Hanglagen, besonders die wärmeren Hänge ein, während die Stieleiche mehr in den Tallagen wächst. Die Traubeneiche kommt sogar mit der Kiefer zusammen auf nur anlehmigen Sanden in Nordostdeutschland in alten natürlichen Waldformen vor, die leider durch schonungslosen Aushieb der Eichen heute nur noch in kleinen Resten zu finden sind. Diese „Sandeichen“ sind fast immer nur reine Traubeneichen gewesen. Auf Kalkböden kommen beide Eichen verhältnismäßig selten vor. Das ist aber wohl nur eine Konkurrenzfrage mit der Buche, von der sie dort überwachsen und verdrängt werden.

7. Die Nebenholzarten des deutschen Waldes.

A. Nadelhölzer.

1. Die Lärche (*Larix europaea* DC = *decidua* Mill.). Sie tritt zunächst in einem größeren Gebiet in den Alpen auf (Alpenlärche) und ist dort ein ausgesprochenener Hochgebirgsbaum, der seine Hauptverbreitung in den über 1000 m hinausgehenden Hochlagen hat und sich hier vielfach bis über 2000 m (2500 m Maximum!) erhebt und die Waldgrenze bildet. Doch soll die Lärche auch (ob immer natürlich?) bis zu 400—600 m herunter vorkommen.

Die in den Hochlagen mit besonders rotem, kernigem Holz erwachsenen Lärchen sollen nach Willkomm im Volksmunde als „Stein- oder Jochlärchen“ von den in wärmeren Tieflagen und auf fetterem Boden mit minder gutem Holz erwachsenden „Graslärchen“ unterschieden werden. Die Hauptverbreitung findet sich in den Zentralalpen mit größerer Massenerhebung und etwas kontinentalem Klimateinschlag. Das Optimum soll nach Tschermak¹ etwa um 1400 m liegen, während der Zuwachs in höheren Lagen deutlich nachläßt.

Ein zweites, von dem der „Alpenlärche“ abgetrenntes Verbreitungsgebiet liegt in den Karpathen (Karpathenlärche). Dort kommt sie ebenfalls besonders in Hochlagen vor.

Sie steigt dort bis zu 1500 m, in den Südkarpathen bis 1800 m hoch und geht bis durchschnittlich 600 m herunter². In den nördlichen Karpathen und der Tatra noch häufig, nimmt ihre Verbreitung nach Süden zu immer mehr ab. Schließlich kommt sie in den südlichen Karpathen nur noch ganz selten und versprengt vor.

¹ Zbl. f. d. ges. Forstwes. 1924.

² Fekete u. Blattny: a. a. O.

Ein drittes Verbreitungsgebiet, das sich zwischen die beiden vorigen einschleibt, aber doch örtlich von ihnen getrennt ist, liegt am Südauslauf der Sudeten im sog. mährischen Gesenke an der böhmisch-schlesischen Grenze (Sudetenlärche). Es findet sich dort in viel niedrigeren Lagen von etwa 400—800 m auf nur kleinem Raum und in nicht sehr bedeutendem Umfange, ist aber unzweifelhaft natürlich. (Die dortige Verbreitung und das Wuchsverhalten sind besonders von Cieslar¹ und Herrmann² näher untersucht worden.) Das vierte Verbreitungsgebiet endlich liegt in Polen (polnische Lärche). Dort kommen nach Pax³ im bergigen Süden noch schöne und verhältnismäßig große Lärchenbestände vor. Die Höhenlagen sind auch hier niedrig, ja die Lärche dürfte wohl vereinzelt in natürlichem Vorkommen bis in die Ebene treten!

Die Lärche soll am Anfang des vorigen Jahrhunderts, wie auch alte Ortsnamen (nach modrzew = poln. Lärche) bezeugen, hier noch viel verbreiteter gewesen sein. Das Merkwürdigste aber ist, daß sich einzelne zersprengte, aber offenbar natürliche Standorte noch weit nördlich bis in die Ebene an der ehemals westpreußischen Grenze hinausschieben. Auch sie scheinen nach Pax Reste einer ehemaligen größeren und dichtereren Verbreitung zu sein. Die polnischen Botaniker halten die dortige Lärche für eine Zwischenform der europäischen und der sibirischen und nennen sie *polonica*.

Jedenfalls bilden wohl alle vier Verbreitungsgebiete besondere Rassen, die wir aber hier, unserm allgemeinen Grundsatz entsprechend, zunächst zusammenfassen.

Die klimatischen Bedingungen sind an der oberen Grenze in der Schweiz etwa die der Fichte an der Baumgrenze bzw. noch etwas kälter.

Bei 2000—2300 m etwa +9—10° Juli- und —8—9° Januarmitel, an der unteren Grenze liegen die Extremwerte wohl in Polen mit etwa +19—20° Juli- und —3—5° Januarmitel. Dort finden sich auch die geringsten Niederschläge mit etwa 600 mm, während die höchsten an ihrer oberen Grenze in den Alpen sicher 1500 mm noch überschreiten dürften.

In den Gebirgen hat sie im allgemeinen wohl immer einen kräftigen, lehmigen Verwitterungsboden unter sich. Auf flachgründigen Felsböden bildet sie nach Fankhauser⁴ trotzdem noch ansehnliche Bestände, wobei sie allerdings wohl immer Klüfte und Spalten finden muß, in die sie mit ihren tiefgehenden Wurzeln eindringen kann. Kalkböden liebt sie besonders, wie ihr häufiges Auftreten auf diesen in den Alpen zeigt. Auf nassen, moorigen und ebenso auf trocknen Sandböden fehlt sie aber von Natur wohl ganz.

Künstlich ist die Lärche weit außerhalb ihres Verbreitungsgebietes und schon seit über 100 Jahren im gebirgigen Deutschland wie auch in der Ebene bis nach Dänemark und Schweden hin angebaut worden. Der Erfolg war allerdings ein sehr verschiedener. Neben einzelnen sehr gut gelungenen Versuchen stehen auch viele mißglückte⁵.

Daß die Lärche keine Holzart eines Kontinentalklimas ist, wie Rubner bemerkt, mag richtig sein, wenn man diesen Ausdruck ganz scharf auffassen will. Aber aus ihrem stärkeren Auftreten in den zentralen Alpen mit der dort unzweifelhaft kontinentalen Klimatönung und aus ihrem östlichen Hinaustreten in das polnische Berg- und Hügelland bis in die polnische Ebene hinunter geht doch eine gewisse Anpassungsfähigkeit und Hinneigung zum kontinentaleren Klimatyp ziemlich deutlich hervor.

¹ Cieslar: Studien über die Alpen- und Sudetenlärche. Zbl. f. d. ges. Forstwes. 1914.

² Herrmann: Beitrag zur Biologie und zum forstlichen Verhalten der Lärche in Schlesien. Jb. d. schles. Forstver. 1920.

³ Pax: Pflanzengeographie von Polen, S. 29.

⁴ Fankhauser: Zur Kenntnis der Lärche. Z. f. Forst- u. Jagdwes. 1919.

⁵ Klamroth: *Larix europaea* und ihr Anbau im Harz. Greifswald 1929.

2. Die Arve oder Zirbelkiefer (*Pinus cembra* L.)¹. Forstwirtschaftlich ist sie trotz ihres hochgeschätzten feinen Holzes durch ihr ganz zerstreutes und meist nur vereinzelt Vorkommen im Hochgebirge ziemlich bedeutungslos. Sie ist wohl das Relikt einer früheren weiteren Verbreitung und in der Jetztzeit ein langsam aussterbender Waldbaum, der aber gerade deswegen und wegen der Schönheit seines Baumschlages (Wetterbäume an der Waldgrenze) allen nur möglichen Schutz verdient. Die Zirbel kommt noch am häufigsten in den Zentralalpen, besonders im Engadin, vor, wo sich auch noch einzelne größere Bestände finden. Sonst ist sie meist nur einzeln und horstweise durch die ganzen Alpen, die Tatra und die Karpathen verbreitet. Ein ganz weit abliegendes großes Verbreitungsgebiet findet sich in Sibirien, ist aber wohl einer besonderen Unterart zuzurechnen. Die europäische Arve findet sich in der Hauptsache nur an der oberen Waldgrenze bis etwa zu 2400 m und steigt meist nicht unter 1500 m herunter.

3. Die Bergkiefer (*Pinus montana* Mill.)². Sie kommt in drei mehr oder minder scharf umgrenzten Unterarten mit abweichenden Wuchsformen vor, bei denen man noch je nach der Form der Zapfen und Zapfenschuppen viele Varietäten unterschieden hat, ohne daß darin Einigkeit herrscht. Für forstliche Zwecke erscheint die Unterscheidung der folgenden drei Unterarten am meisten geeignet: 1. *uncinata* (Haken- oder Hackenkiefer, auch Bergspirke genannt) mit aufrechtem aber meist niedrigem Stamm, hauptsächlich in den westlichen Hochgebirgen Spaniens, Frankreichs und der Schweiz an der oberen Waldgrenze; 2. *uliginosa* (Moorspirke) mit ebenfalls aufrechtem und niedrigem Stämmchen und von der vorigen hauptsächlich verschieden durch ihr abgetrenntes Verbreitungsgebiet auf Mooren und meist in niedrigeren Lagen in Bayern, Österreich, Böhmen und Schlesien; 3. *pumilio* (Latsche, Legföhre oder Krummholzkiefer), ausschließlich buschig mit liegenden Ästen, am weitesten verbreitet (von den Alpen im Westen bis zu den Karpathen im Osten, von den sächsischen und schlesischen Gebirgen im Norden bis zu den mittleren Apenninen, den Hochgebirgen der Balkanhalbinsel, des Kaukasus und Kleinasien im Süden). Sie ist es, die oft in ungeheuer großen und fast undurchdringlichen Beständen einen Strauchgürtel oberhalb der Wald- und Baumgrenze bildet. Ihre Bedeutung liegt hauptsächlich in dem Schutz, den sie gegen alle Unbilden der Hochgebirgsnatur bietet, besonders Bodenabschwemmung, Steinschlag, Lawinengefahr u. a. m. Ihre große Anpassungsfähigkeit an weitgehende Klima- und Bodenunterschiede hat zu ihrer Verwendung für Aufforstungszwecke auf fliegenden Sanden an der Meeresküste (Wanderdünen) und auch zur Heideaufforstung in Jütland und anderen Gegenden geführt. Sie hat sich dort gut bewährt, trotzdem Klima und Boden so grundverschieden gegenüber ihrem natürlichen Verbreitungsgebiet sind!

4. Die Eibe (*Taxus baccata* L.). Auch sie ist ein aussterbender Waldbaum, und zwar noch mehr wie die Zirbel. Sie war früher sehr viel häufiger, worauf schon der rege Handel mit Eibenholz im Mittelalter³ und andere geschichtliche Überlieferungen hindeuten. Heute kommt sie meist nur einzeln oder gruppenweise, hier und da auch noch in kleinen Beständen, auf meist weit zerstreuten Standorten im westlichen und mittleren Europa vor, etwas häufiger noch im Gebirge bis zu mäßigen Höhen, in der Ebene nach Osten zu immer seltener werdend. Sie dringt nicht bis in das Gebiet strengerer Winter und geht nur bis in die baltischen Randstaaten und den westlichen Teil Polens, wo ihre Ostgrenze etwa mit der der Buche und Tanne zusammenfällt. Meist tritt sie nur als Unterholz unter dem Schutz eines Oberbestandes auf und zeigt sich gegen Freistellung empfindlich. Namentlich erfriert sie im Freien leicht in kälteren Wintern. Die in Deutschland vorkommenden Standorte sind in der Literatur meist sorgfältig gesammelt⁴ und geschützt.

Die bedeutendsten Bestände finden sich noch in Paterzell in Oberbayern mit etwa 800 stärkeren und 1400 schwächeren Stämmen und im Cisbruch (*Cis* [poln.] = Eibe!) im Kreis Schwetz der ehemaligen Provinz Westpreußen⁵ mit etwa 1000 Stämmen.

Ein gewisses forstliches Interesse verdient noch der im allgemeinen nur als Strauch vorkommende Wacholder (*Juniperus communis* L.). Er hat eine Verbreitung durch ganz Europa, das nördliche Asien und Nordamerika. Hauptsächlich als Unterstand im Kiefernwald auf mittleren, frischeren Böden auftretend, kommt er auf lichterem, meist klippigen

¹ Rikli, M.: Die Arve in der Schweiz. Neue Denkschrift d. Schweiz. naturforsch. Ges. 1909. — Nevolé: Die Verbreitung der Zirbel in der österreichisch-ungarischen Monarchie. 1914.

² Schröter u. Kirchner: *Pinus montana*. In: Die Koniferen und Gnetaceen Mitteleuropas. Stuttgart 1906. — Fankhauser, F.: Beiträge zur Kenntnis der Bergkiefer. Lausanne 1926.

³ Hilf, R.: Die Eibenholzmonopole des 16. Jahrhunderts. Vierteljahrsschr. f. Sozial- u. Wirtschaftsgeschichte.

⁴ Kollmann: Die Verbreitung der Eibe in Deutschland. Naturwiss. Z. f. Land- u. Forstw. 1909; die Forstbotan. Merkbücher der einzelnen preußischen Provinzen.

⁵ Conwentz: Die Eibe in Westpreußen. Abh. z. Landeskunde d. Prov. Westpr. 1894.

Stellen gelegentlich auch im Fichten- und Laubholzwald vor. Besonders hohen und üppigen Wuchs zeigt er im Freiland des nordwestdeutschen Heidegebietes und unter Kiefernschirm im nordöstlichen Preußen (dort Kaddick genannt). In den südlich gelegenen Hochgebirgen tritt an der Baumgrenze eine Zwergform (*J. nana*) auf. Im warmen Mittelmeerklima finden sich andere Arten (*J. oxycedrus*, *phönicea*, *sabina*).

B. Laubhölzer.

1. Die Weiden (Salixarten). Sie spielen außer den zur Korbweidenzucht benutzten Arten (s. Teil II dieses Buches bei Weidenniederwald) forstlich keine Rolle. Die vielen Arten und Bastardarten dieser Gattung kommen teils als Bäume zweiter und dritter Größe, teils nur als Sträucher vor, ein Teil von ihnen, die sog. Polar- und Gletscherweiden, sogar nur als kleine, auf der Erde kriechende Gewächse jenseits der nördlichen und alpinen Baumgrenze als letzte Vertreter der Holzgewächse überhaupt. Im übrigen sind die meisten Weidenarten durch Europa und Asien weithin verbreitet, ihr Vorkommen im Walde beschränkt sich aber fast immer auf Fluß- und Bachränder und die Ufer von Seen und Brüchern. Ausgedehntere Weidenwaldungen in niedriger Baumform finden sich u. a. noch in Rumänien und Bulgarien an der Donau entlang. Bei uns spielt vor allem die Sahlweide (*Salix caprea*) als häufigeres Beiholz im Jungwald auf frischen, lehmigen Böden eine gewisse Rolle als Unkraut bei der Verjüngung.

2. Die Pappeln (Populusarten). Unter den deutschen Arten kommt forstlich nur die Aspe oder Zitterpappel (*Populus tremula*) in Betracht. Ihre Verbreitung geht ebenfalls durch fast ganz Europa und Asien bis nach China und Japan. Jedenfalls ist sie klimatisch völlig indifferent. Besonders häufig und gut findet sie sich bei uns in Ostpreußen auf feuchten und lehmigen Böden, wo sie schlank und gerade bis über 30 m hoch emporwächst und z. T. meterstarke Stämme bildet. Ebenso kommt sie auch in Rußland vor. Sie bildet dort vielfach sog. „Pionierbestände“ auf alten Waldbrandflächen. Später räumt sie aber den andern unter ihr eindringenden ehemaligen Holzarten, besonders der Fichte, wieder das Feld. In Deutschland findet sie sich überall als zerstreutes Mischholz, im schattigeren Laubwald mehr an Wegen und lichten Bestandsrändern, im Kiefernwald auch im Innern. Jedoch ist sie hier durch Aushieb meist künstlich vertrieben. An sich begnügt sie sich auch mit sandigen, trocknen Böden, leistet aber Ansehnliches nur auf frischeren bis feuchten und lehmigen Standorten.

3. Die Birken, und zwar die **Rauhbirke** (*Betula verrucosa* Ehrh.), so genannt nach der durch Wachswärzchen rauhen Oberfläche der Blätter und jungen Zweige, und die **Haarbirke** (*Betula pubescens* Ehrh.) mit vielfach (aber nicht immer) fein behaarten, jedenfalls glatten jungen Trieben und Blättern und im Alter vielfach herabhängenden feinen Zweigen. Die letztere geht hoch nach Norden bis an die Baumgrenze und nach Osten bis zum Stillen Ozean, soll dagegen im südlichen Europa fehlen. Sie ist insbesondere die Birke der Moorböden. Die Rauhbirke bleibt in Skandinavien und wohl auch in Rußland hinter der Haarbirke etwas zurück, dafür geht sie weiter nach Süden (bis auf die drei Halbinseln im Mittelmeer, auch bis zum Kaukasus). Dort, wie in den europäischen Hochgebirgen, steigt sie vielfach bis zur Baumgrenze empor, meist nur selten zwischen Fichten- und Krummholzgesträuch, anderwärts etwas häufiger. Im Gegensatz zu *B. pubescens* kommt sie mehr auf trockneren und sandigen Böden vor, „Sandbirke“, wächst aber ebenso wie die Aspe auf Lehm Böden besonders gut und teilt auch mit dieser das optimale Gedeihen im Osten (schon in Ostpreußen) und Norden und auch die Rolle des Pionierholzes nach Waldbränden. Im übrigen ist sie in Deutschland allenthalben häufig und verbreitet, meist aber nur als einzelnes Mischholz. Sie ist vielfach

wegen der peitschenden Wirkung ihrer Zweige an Nachbarbäumen als forstliches Unkraut bezeichnet und leider in weitem Maße aus unsern Wäldern künstlich herausgehauen und verdrängt worden. In den nordischen Ländern treten beide Birkenarten viel häufiger auch in Beständen auf. Oft scheint hieran aber nur die wirtschaftliche Vorgeschichte (Weide, Brand, Köhlerei) schuld zu sein. Auch bei uns waren Birkenbestände aus gleichen Gründen früher viel häufiger.

Ein gewisses pflanzengeographisches Interesse verdient noch die Zwergbirke, *Betula nana*, die auf einzelnen Gebirgen und Hochmooren Deutschlands (z. B. bei Torfhaus im Harz, im Erzgebirge, auf den Seefeldern bei Reinerz u. a. m.) auftritt und für ein Relikt aus der Eiszeit gehalten wird. Im Norden Europas kommt sie noch heute ziemlich häufig auf den dortigen Hochmooren vor.

4. Die Erlen, und zwar die Rot- oder Schwarzerle (*Alnus glutinosa* Gärt.) und die Weißerle (*Alnus incana* Willd.). Die Schwarzerle geht nicht so weit nach Norden (etwa nur bis zum 60.—63. Breitengrad) wie die Weißerle (bis 70.). Ihr Vorkommen in Sibirien ist noch unsicher, während *incana* meist überall dort vorkommt. Diese ist eine der wenigen Holzarten, die wir mit Nordamerika gemeinsam haben. Sie geht aber nicht so weit nach Süden wie die Schwarzerle und fehlt auf den drei Mittelmeerhalbinseln. *Incana* steigt im allgemeinen auch bedeutend höher in den Gebirgen hinauf wie *glutinosa*, die auffällig tief zurückbleibt (in den deutschen Gebirgen schon zwischen 600—800 m). Im deutschen Tiefland sowie auch in den weiter westlich gelegenen Gebieten fehlt die Weißerle wohl von Natur überall, ist aber dort künstlich oft angebaut worden und hat sich dann auch natürlich weiterverbreitet. In Ostpreußen sowie auf den süddeutschen Gebirgen dürfte sie alteinheimisch sein.

Die Schwarzerle ist überall auf feuchte, humose Böden angewiesen. Sie ist die ausgesprochene Holzart der Niederungsmoore (Erlenbrücher), wo sie je nach deren Umfang kleinere und größere Reinbestände bildet. Da, wo solche Gebiete in weiter Erstreckung vorkommen, bildet sie sogar ausgedehnte Waldungen, wie in Norddeutschland im Spreewald und im unteren Memeldelta (Nemonien, Tawellningken, Ibenhorst). Daneben durchsetzt sie in unzähligen kleineren und größeren Brüchern den norddeutschen Kiefernwald und auch die dort vorkommenden Eichen- und Buchenwälder. Im übrigen findet sie sich einzeln eingesprengt an den Fluß- und Bachrändern und auf kleinen feuchten Senken im ganzen Gebiet. Auch ihr Optimum liegt wie bei der Aspe und Birke bei uns im Nordosten (Ostpreußen). Auf allen Böden mit tieferem Grundwasserstand, mögen sie an sich auch noch als frisch anzusprechen sein, gedeiht sie nicht mehr, wie man das an den ansteigenden Rändern der Erlenbrücher überall beobachten kann. Auf sauren, zu Hochmoor übergehenden Moorböden kommt die Schwarzerle zwar noch gelegentlich neben Kiefer und Birke vor, kümmert hier aber und bleibt meist strauchig und krüppelig.

Die Weißerle hat ein deutlich davon verschiedenes Auftreten. Wir finden sie besonders an Bach- und Flußufern im Überschwemmungsbereich (Aueböden). Auf diesen bildet sie oft mit Weiden zusammen eine besondere Waldform, die Erlenua, wie z. B. auf den Rheininseln zwischen Basel und Worms oder den Donauinseln bei Wien. Im Gebirge kommt sie auch auf humusarmen, kiesigen Böden und Schotterhalden in der Nähe von Wildbächen, aber auch auf höher gelegenem und trocknerem, flachgründigem Steingeröll vor, besonders wenn dieses aus Kalkgestein besteht. Auch sie bildet dort vielfach Pionierbestände für die nachfolgenden Holzarten. Diese Eigenschaft hat sie auch für den künstlichen Anbau zur Aufforstung von Kalköderland und Bergwerkshalden (z. B. im westdeutschen Muschelkalkgebiet

und auf den großen Halden im Lausitzer Braunkohlengebiet) geeignet gemacht. Auf sauren, torfigen Böden fehlt sie ganz.

Pflanzengeographisches Interesse bietet noch eine dritte, meist nur strauchig auftretende Erlenart, die Grünerle (*Alnus viridis*). Sie findet ihr Vorkommen in der obersten Waldzone und in der Krummholzzone der Alpen und Karpathen, hier vielfach im Wechsel mit der Bergkiefer, indem sie die frischeren Schatthänge und Mulden besetzt und der Bergkiefer die trockneren Stellen und geringeren Böden überläßt. Auch sie ist mit ihrem dichten Gestrüpp eine wichtige Schutzholzart in den Hochlagen gegen Abschwemmung und Lawinen.

5. Die Weiß- oder Hainbuche (auch Hagebuche) (*Carpinus betulus* L.). Sie ist nach ihrer ganzen Verbreitung klimatisch bedeutend empfindlicher wie die vorgenannten Holzarten. Sie geht nach Norden nur bis in die Südspitze Schwedens, nach Osten etwas über die Rotbuche hinaus, besonders im südlichen Rußland. Auch sie hat wie jene im Winter 1928/29 zum erstenmal schwere Frostschäden in Oberschlesien und damit ihre Empfindlichkeit gegen ein allzu kontinentales Winterklima gezeigt.

Ihre Ostgrenze liegt in der Linie Libau—Minsk—Poltawa. Sie kommt dann noch auf den unteren Berglagen im Kaukasus, der Krim, der Balkan- und Apenninhalbinsel vor, fehlt aber in Spanien, Irland und Schottland.

In den deutschen Gebirgen kommt sie nur in den untersten Lagen (etwa 500—700 m) vor, im Süden steigt sie etwas höher, bleibt aber auch hier meist unterhalb des eigentlichen Buchengürtels oder an seinem unteren Rande. Ihre Hauptverbreitung liegt wohl in Frankreich, wo sie neben Eiche und Buche den dritten Platz nach dem Umfang ihrer Fläche (16% der gesamten Waldfläche) einnimmt und besonders im Nordwesten sehr vorwiegt, während ihre Häufigkeit nach Süden zu (Fehlen in Spanien!) merklich abnimmt. In Deutschland findet sie sich überall als Mischholz der Eiche und Buche und tritt, wo diese letztere fehlt, sofort stärker hervor, wie besonders in den Auewaldgebieten und in Ostpreußen. In Ostpreußen zeichnet sich ihr Wuchs durch besondere Höhe und Schlankheit aus. (Ähnliches wird von den unteren Lagen der Schweizer Jura berichtet.)

Sie liebt nach Häufigkeit des Vorkommens und Vollkommenheitsgrad ihres Wuchses offenbar die besseren, lehmigen Böden, doch fehlt sie auf frischen Sandböden dank ihrer leichten Samenverbreitung und ihrer Zähigkeit, auch als dauerndes Unterholz ihren Platz zu behaupten, unsern Kiefernbeständen durchaus nicht ganz. Als Nutzholzart leistet sie dort aber nichts, ist dagegen oft ein willkommenes Bodenschutzholz.

Im wärmeren Klima Südeuropas tritt in der untersten Bergstufe neben der Hainbuche und auch als Ersatz für diese eine nahe Verwandte (*Carpinus duinensis*) und noch häufiger die etwas weiter verwandte Hopfenbuche (*Ostrya vulgaris*) auf.

6. Die Linden, und zwar a) die Sommer- oder großblättrige Linde (*Tilia grandifolia* Ehrh. = *T. platyphyllos* Scop.) und b) die kleinblättrige Winterlinde (*Tilia parvifolia* Ehrh. = *cordata* Mill.) (Die Verbreitung der beiden Arten ist nicht genügend sichergestellt, da sie oft nicht richtig auseinandergehalten und durch künstlichen Anbau in Parks und an Straßen und Samenverbreitung von dort aus vielfach verschleppt sind, besonders die Sommerlinde.) Die Winterlinde hat aber zweifellos das größere Verbreitungsgebiet durch ganz Mittel- und Nordeuropa bis ins mittlere Schweden, Finnland und Rußland hinein, die Sommerlinde geht viel weniger weit nach Norden und Osten und fehlt von Natur wahrscheinlich schon in der nordostdeutschen Tiefebene sowie im zentralen Rußland. Beide Linden kommen in West- und Mitteleuropa meist nur als Mischhölzer im Laubwald vor. Nur in Rußland treten sie stark vorherrschend in förmlichen Lindenwäldern auf (im nördlichen Teil die Winterlinde, im süd-

lichen auch die Sommerlinde). Bezüglich ihres Vorkommens auf verschiedenen Bodenarten ist Ähnliches zu sagen wie bei der Hainbuche (Genügsamkeit und Vorkommen auf frischen Sandböden, aber dann meist geringe Wuchsleistung als Unterstand. So z. B. in vielen Kiefernwaldungen Rußlands. Höhere Leistungen und Teilnahme am Oberbestand meist nur auf anlehmigen oder lehmigen Böden, z. B. in Ostpreußen in den litauischen Lehmrevieren und im Auewald).

7. Die Ahorne, und zwar a) der Bergahorn (*Acer Pseudoplatanus* L.), b) der Spitzahorn (*Acer platanoides* L.), c) der Feldahorn oder Maßholder (*Acer campestre* L.). Bergahorn und Spitzahorn verhalten sich in ihrer Verbreitung in horizontaler Richtung sehr ähnlich wie Sommer- und Winterlinde. Der Spitzahorn ist die Art des nördlichen und östlichen Europas, und seine Grenze verläuft dort sehr ähnlich wie die der Winterlinde, der Bergahorn ist der Baum der west-, mittel- und südeuropäischen Gebirge. (Seine Nordgrenze liegt etwa in der Linie Mittelfrankreich—Harz—schlesisches Berg- und Hügelland—südliches Polen.) Auch er ist durch Samenverschleppung von Park- und Wegbäumen ebenso wie die Sommerlinde vielfach außerhalb seines eigentlichen Gebietes verwildert. Sein eigentliches Heimatgebiet sind wohl die Berglagen der Alpen und Karpathen, wo er im ganzen Buchengürtel bis zu dessen oberer Grenze in zwar vereinzelt, aber oft sehr schönen und starken Bäumen auftritt. Häufiger eingesprengt findet er sich überall da, wo die Buche auf Kalkgestein steht und hält sich auf solchen Standorten durchaus neben ihr. Auf Sandboden fehlt er von Natur wohl sicher. Der Spitzahorn hält sich im Gebirge viel tiefer, dafür kommt er eher auf etwas geringeren Böden vor, wenn sie nur feucht sind (in Rußland an Bruchrändern und sogar in Erlenbrüchern). In guter Form findet er sich besonders im Auenwald vor, ebenso auch mit der Buche auf Kalk.

Der Feldahorn oder Maßholder ist forstlich wegen seiner geringen Größe (meist nur Baum III. Größe) wenig bedeutungsvoll. Er kommt mit Ausnahme des nördlichsten und südlichsten Teils von Europa überall auf den besseren Laubholzböden der Täler und Vorberge meist als eingesprengtes Mischholz des Niederwaldes oder an Waldrändern und Wegen auch als Unterholz des Hochwaldes vor. Besonders häufig findet man ihn auf Kalkboden und auf dem Schlicklehm der Flußauen, auch soll er ziemlich weit auf die salzhaltigen Steppenböden hinausgehen.

8. Die Ulmen oder Rüstern¹, a) die Berg- oder Weißrüster (*Ulmus montana* Withering = *Ulmus campestris* L.), b) die Feld- oder Rotrüster (*Ulmus campestris* Smith = *glabra* Mill.), c) die Flatterrüster (*Ulmus effusa* Willd.). Alle drei Arten kommen verhältnismäßig selten und nur als Mischhölzer im Laubwald vor. Die Bergrüster mit mehr nördlichem Verbreitungsgebiet kommt auch heute noch nicht allzu selten in stattlichen Stämmen im Bergwald vor, doch fehlt sie auf besten Böden auch in der nördlichen Ebene nicht ganz. Verhältnismäßig häufig aber tritt die Feldrüster in den Auenwaldungen auf, wo sie sich stark durch Wurzelbrut vermehrt und vielfach ein gutes Füll- und Unterholz der Eichenbestände bildet. Die Flatterrüster ist forstlich bedeutungslos.

9. Die Esche (*Fraxinus excelsior* L.). Sie geht im Norden nicht sehr hoch hinauf (62.—63. Grad) und ebenso auch nicht in Rußland, dessen nordöstlichem Teile sie fehlt. Im übrigen Europa kommt sie mit Ausnahme der südlichsten und südwestlichsten Teile (z. B. Südspanien) fast überall vor. Im Gebirge steigt sie nur bis zu mittleren Höhen (unterer Buchengürtel). Sie tritt teils einzeln, teils horstweise, auch wohl in kleinen Reinbeständen auf. Vorwiegend von der Esche gebildete Waldungen finden sich in den Fluß-

¹ Kienitz: Die in Deutschland wildwachsenden Ulmenarten. Z. f. Forst- u. Jagdwes. 1882, S. 37ff. Dort auch eingehende Darstellung der verworrenen Nomenklatur und des ökologisch-forstlichen Verhaltens der drei Arten.

auen, besonders im Südosten (z. B. in Ungarn und Rumänien). Aber auch im Nordosten (Ostpreußen, baltische Randstaaten, Rußland) tritt sie auf lehmigen Niederungsböden sehr stark neben der Eiche und mit vorzüglichem Wuchs hervor. Sie kommt dort auch mit der Erle auf den besten Bruchböden vor. Daneben findet sie sich aber in merkwürdigem Gegensatz hierzu auch auf verhältnismäßig trockenen, oft flachgründigen Kalkböden, z. B. auf den Muschelkalkköpfen des westdeutschen Berglandes mit der Buche zusammen. Während sie auf den trockenen Köpfen allerdings im Wuchs recht nachläßt, geht sie mit steigender Wuchs- und Verjüngungsfreudigkeit auf die tiefer liegenden besseren und frischeren Hänge und Flachlagen des Muschelkalkes hinab und hält sich dort zäh neben der Buche in deren optimalem Wuchsgebiet.

Im südlichen Verbreitungsgebiet findet sich in den unteren Berglagen (auch meist auf Kalk) vielfach an ihrer Stelle die nahe verwandte Manna-Esche (*Fraxinus Ornus*), nach der die dort auftretende, wärmere Laubholzstufe (u. a. *Quercus pubescens*, *Ostrya vulgaris*, südliche Acer-Arten) geradezu Ornus-Mischwaldstufe genannt worden ist.

10. Die Wildobstbäume (Pirus- und Prunus-Arten). Die Wildobstarten sind meist nur Bäume II. und III. Klasse und kommen heute nur noch sehr selten im deutschen Walde vor, während sie früher im Mittelalter nach den geschichtlichen Überlieferungen sehr viel häufiger gewesen sein müssen. Das liegt wohl neben anderem daran, daß der Wald damals vielfach lückiger gewesen ist, und daß sie sich in dem dicht geschlossenen Wirtschaftswald der heutigen Zeit nicht mehr recht halten können, da sie hier, nur auf bessere Böden angewiesen, mit der Eiche und Buche zusammentreffen und unter deren dichtem Kronendach nicht dauernd zu leben vermögen. Im Gebiet der südrussischen Steppenränder, wo der Wald lockrer ist, sollen sie daher auch heute noch viel zahlreicher auftreten. Bei uns findet man auf warmen, kräftigen Gebirgsböden, besonders auf Kalk, die wilde Kirsche noch häufiger, im Auengebiet hier und da auch noch die wilden Pirus-Arten.

Eine Erwähnung verdient noch die überall in Europa und Asien weitverbreitete und bei uns auch bis zur oberen Baumgrenze hinaufreichende Vogelbeere oder Eberesche (*Sorbus aucuparia*), die auf allen Bodenarten bis zu den geringeren Sandböden herab, besonders im Kiefernwald häufig, als strauchiger Unterstand vorkommt, während die nahestehende Mehlbeere (*S. Aria*) wild auf kräftigen Gebirgsböden auftritt. Die sehr viel seltenere Elsbeere (*S. torminalis*) bevorzugt Kalk- und Mergelböden. Sie ist in Norddeutschland so vereinzelt, daß sie überall sorgfältig geschützt zu werden verdient.

Die in Deutschland fremden und nur eingebürgerten und die ausländischen, versuchsweise angebauten Waldbäume werden erst im 2. Teil dieses Buches (Kap. 5) behandelt werden.

7. Kapitel. Die Entwicklungsgeschichte des deutschen Waldes¹.

Der Wald hat im Laufe der Zeiten seit seinem Bestehen auf der Erde wohl überall einschneidende Wandlungen durchgemacht, die anfangs lediglich eine Folge der erdgeschichtlichen Klimaänderungen waren, die aber im letzten Abschnitt seit dem Auftreten des Menschen und seinem Eingreifen in den Wald auch künstlich und willkürlich die Waldform und die Zusammensetzung nach Holzarten verändert haben. Das heutige Waldbild ist also ein gewordenes, und

¹ Hauptsächlichste Literatur: Weber, C. A.: Die Geschichte der Pflanzenwelt des norddeutschen Tieflandes seit der Tertiärzeit. Résultats scientifiques du Congrès internat. de Botanique. Wien 1905. — Stark, P.: Der gegenwärtige Stand der pollenanalytischen Forschung. Sammelreferat i. d. Z. f. Botan. 1925. — Rudolph, K.: Die bisherigen Ergebnisse der botanischen Mooruntersuchung in Böhmen. Beih. z. Botan. Zbl. Bd. 45, Abt. 2, H. 1, 1928. — Walter, H.: Einführung in die allgemeine Pflanzengeographie Deutschlands. III. Teil. Historische Pflanzengeographie. Jena 1927. — Hausrath, H.: Pflanzengeographische Wandlungen der deutschen Landschaft. Leipzig u. Berlin 1911. — Hoops: Waldbäume und Kulturpflanzen im germanischen Altertum. 1905. — Jacobi, B.: Die Verdrängung der Laubwälder durch die Nadelwälder in Deutschland. Tübingen 1912.

da die natürliche und die wirtschaftliche Entwicklung nirgends stille steht, auch ein werdendes. Um es richtig zu verstehen, muß man die Entwicklungslinien, die zu seinem heutigen Zustand geführt haben, wenigstens in großen Zügen einmal kennenzulernen versuchen.

I. Die vorgeschichtliche Entwicklung.

Wenn wir den mitteleuropäischen Wald nach seiner Holzartenzusammensetzung mit den Waldungen gleicher Klimalage in Ostasien und Nordamerika vergleichen, so muß seine verhältnismäßig große Artenarmut auffallen. Der ostasiatische (chinesisch-japanische) Wald soll ungefähr 500, der nordamerikanische etwa 250 verschiedene Arten aufweisen, im europäischen finden wir nur etwa 80 Arten! Dabei sind es nicht so sehr Unterschiede in der Zahl der Gattungen. Aber die gleichen Gattungen, die hier wie dort auftreten, zählen in Amerika und Asien oft Dutzende von Arten, bei uns nur einige wenige oder überhaupt nur eine (z. B. *Quercus* in Nordamerika etwa 80 Arten, in Mitteleuropa nur 4—5, in Deutschland sogar nur 2—3 unter Einschluß der sehr seltenen *pubescens*!). Das ist nicht immer so gewesen. Der deutsche Wald im Tertiär war nach allen fossilen Funden wohl ebenso artenreich und zeigte überhaupt weitgehende Ähnlichkeit und Verwandtschaft mit dem heutigen nordamerikanischen Wald. (Auftreten von *Taxodium*, *Sequoia*, *Liriodendron*, vielen Eichen- und Ahornarten, Magnolien u. a. In der tertiären Molasse am Bodensee sind allein etwa 1500 verschiedene Pflanzenarten nach Blattfunden bestimmt worden!) Das Klima war auf dem Höhepunkt des Tertiärs, wo wir eine dem *Lauretum-Castanetum* entsprechende Waldflora sogar auf Spitzbergen treffen, ein viel wärmeres wie heute. Aber noch am Ende des Tertiärs, wo schon die dem *Lauretum* angehörenden Arten verschwinden und an den fossilen Blättern sich Erscheinungen zeigen, in denen man Frostwirkungen zu erkennen glaubt¹, war die Waldflora noch eine überaus reiche. Als dann im Diluvium die große Klimaverschlechterung eintrat, die eine mehrmalige Vereisung Nordeuropas bis nach Deutschland hinein mit sich brachte, mußte der Wald und seine Flora natürlich weichen und sich in südliche Gebiete zurückziehen. Die einzelnen Zwischeneiszeiten brachten ihn zwar wieder und teilweise noch immer mit Arten, die ihm heute fehlen. (So z. B. *Juglans* und *Platanus* bei Honerdingen in der Lüneburger Heide, *Ilex aquifolium* in Klinge bei Cottbus und sogar bei Grodno in Polen, *Acer tartaricum* bei Ingramsdorf in Schlesien!) Die Pflanzenlisten der einzelnen Fundstätten aber zeigen mit jeder späteren Interglazialzeit ein zunehmendes Verschwinden von Arten. Die Ursache ist wohl unzweifelhaft in der Querlagerung unserer mitteleuropäischen Hochgebirge (Pyrenäen, Alpen, Sudeten, Karpathen) zu suchen, die sich den südlichen Rückzugslinien der Arten hindernd in den Weg stellten und deren vergletscherte Kämme und Paßhöhen diese oft nicht mehr zu überschreiten vermochten. Dadurch gingen bei jedem Rückzug zahlreiche Arten verloren. Nordamerika hat trotz seiner weit größeren Vereisung keine solchen Verluste in seiner Flora gehabt, da dort die großen Gebirge die günstige Nord-Süd-Richtung aufweisen!

Als nach der letzten Eiszeit bei uns die endgültige Rückwanderung der Pflanzen begann, hatte die Waldflora nur noch einen geringen Bruchteil ihrer prä- und interglazialen Zusammensetzung. Eine vielfach unstrittene Frage ist es, ob während des Höhepunktes der Vereisungen, ins-

¹ Bernbeck hält die beobachteten Schädigungen allerdings für Windwirkungen (vgl. auch S. 161).

besondere der größten, sich noch Waldreste in den nicht vom Inlandeis bedeckten Teilen Mittel- und Süddeutschlands gehalten haben oder nicht.

Man ist aber jetzt auf Grund von klimatischen Berechnungen und fossilen Funden in Schichten, die unmittelbar nach dem Rückzug des Eises gebildet sind, wohl allgemein zu der Überzeugung gelangt, daß der Wald ganz verschwunden gewesen ist. Penck hat die Grenze des ewigen Schnees während der Vereisung für den Westen Deutschlands auf 800 m

und für den Osten auf etwa 1200 m berechnet. Sie lag also dann um etwa 1200 m tiefer wie heute, und da die Baumgrenze heute etwa 800 m unter der Schneegrenze liegt, so war Wald im Westen ganz ausgeschlossen, im Osten wäre er nur in den niedrigsten Lagen möglich gewesen.

Die in den ältesten postglazialen Ton-schichten gefundenen Pflanzenreste haben keine Spuren von Waldbäumen, sondern nur eine ausgesprochen arktische Tundrenflora ergeben. (Hochnordische Moose, kriechende Polarweiden, Blätter der Zwergbirke und die besonders als Leitpflanze leicht zu erkennende *Dryas octopetala*, die gemeine Silberwurz, die mit ihren großen, weißen Blüten noch heute eine Zierde der Hochalpenmatten wie der nordischen Tundra bildet.) In den ältesten Torfablagerungen, die erst in einer etwas späteren Zeit gebildet sind, finden sich dann allerdings auch gleich die ersten Pollenkörner von Waldbäumen, meist Weide, Birke oder Kiefer, als Zeichen, daß diese,

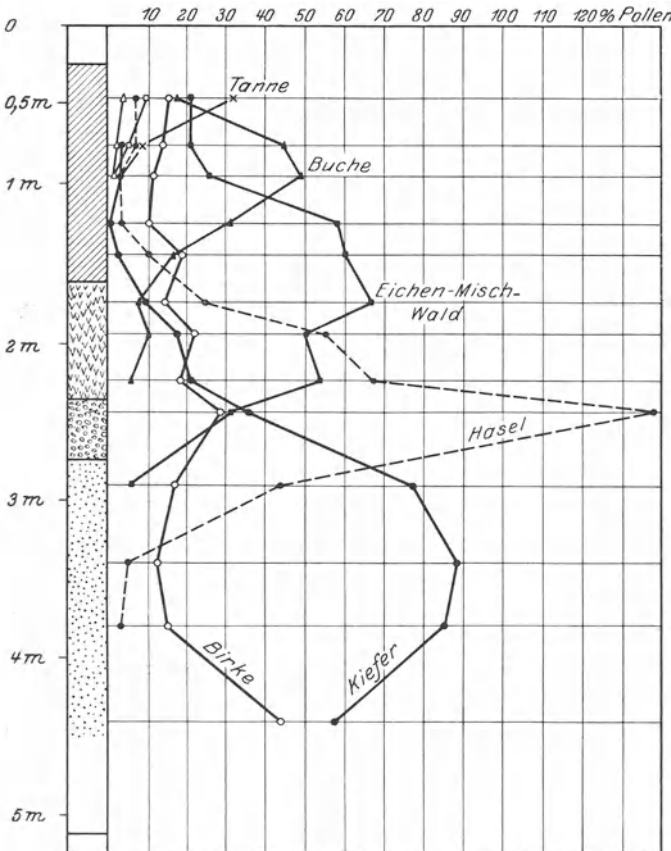


Abb. 35. Pollendiagramm vom Moßwangerried bei Sirmach (568 m), Schweiz (△ = Fichte, die übrigen Holzarten durch Namen bezeichnet). Nach P. Keller. Links Profil der verschiedenen Torfschichten, rechts die zugehörigen Pollenspektren. Beginnt mit abflauer Birken- und ansteigender Kieferzeit, darauf mächtige Ausbreitung der Hasel, etwas später Höhepunkt des Eichenmischwaldes, dann Vordringen der Buche und zuletzt der Tanne. Die Fichte zeigt sich spärlich erst in den obersten Schichten (künstliche Einführung!).

allerdings vielleicht noch in weiterer Entfernung, schon aufgetreten sein müssen.

In der Durchforschung der Torfmoore mittels der sog. Pollenanalyse, die in der neuesten Zeit nach dem Vorgange des schwedischen Geologen van Post immer weiter ausgebaut worden ist, haben wir einen aussichtsreichen Weg zur Aufklärung der Einwanderungsgeschichte unserer Holzarten erhalten.

Ein schönes Beispiel einer solchen Analyse zeigt das in Abb. 35 dargestellte Diagramm eines verhältnismäßig tiefliegenden Moores (568 m) in der Schweiz. Man kann aus demselben den Gang der Einwanderung der einzelnen Holzarten, ihr Vorherrschen und Verdrängtwerden bis zum Wiederverschwinden vollständig ablesen (vgl. hierzu besonders Kiefer und Birke gegenüber der erst spät einsetzenden Buche und der noch später kommenden

Tanne!). Allerdings sind dabei immer gewisse Umstände zu beachten, die sich erst bei der weiteren Ausbildung der Methode gezeigt haben (z. B. daß manche Pollen, wie besonders die der Hasel wegen ihrer alljährlichen und sehr reichen Blütenstaubentwicklung einen zu hohen Prozentsatz im Verhältnis zu ihrem Anteil am Walde ergeben, daß sie „überrepräsentieren“, wie man zu sagen pflegt, andere, wie z. B. die Buche und Eiche, dagegen „unterrepräsentieren“ und einiges andere mehr).

Am besten geklärt ist die postglaziale Waldgeschichte in den nordischen Ländern, wo schon die meisten Untersuchungen vorliegen und die Verhältnisse auch viel einfacher sind wie bei uns. Auch dort herrschte nach Rückzug des Eises zunächst die Tundra. Dieser Abschnitt wird nach der Leitpflanze die Dryaszeit genannt.

Darauf folgte die Birkenzeit, in der neben der Birke auch die Aspe auftrat. Beide Perioden müssen noch kalt und wahrscheinlich auch trocken gewesen sein (präboreales Klima nach der von Blytt-Sernander¹ entworfenen Klimaeinteilung).

Auf die Birkenzeit folgte dann eine Kiefernzeit, in der diese Holzart die Führung übernimmt und die Birke mehr oder minder stark zurückdrängt. Zugleich beginnt aber in ihr auch die Hasel als sehr viel wärmebedürftigere Art zu erscheinen und sich gegen die Mitte dieser Zeit zu einem Maximum zu erheben, so daß man sogar das Auftreten reiner Haselwälder (?) annehmen zu müssen geglaubt hat. (Borealer Klimaabschnitt, in dem die Temperatur stark steigt.)

In weiterer Folge entwickelt sich darauf die Eichenzeit, in der die Eiche zusammen mit Ulme und Linde, als sog. Eichenmischwald, die Oberhand gewinnen, während die Hasel immer noch reichlich, wahrscheinlich im lichten Wald als Unterholz bleibt, Kiefer und Birke aber stark zurücktreten. Auch die Erle, die schon gegen Ende der borealen Zeit eingewandert war, breitet sich auf feuchteren Stellen (Auenwälder) mehr und mehr aus. Die Eiche und auch die Haselnuß gehen bedeutend weiter nach Norden und höher ins Gebirge hinauf wie heute. Das Klima dieses atlantischen Abschnitts führt zu einer Temperaturzunahme über den heutigen Stand und zu einem Höhepunkt, nach dem in der Folge ein dauerndes, langsames Absinken der Temperatur bis in die Neuzeit hinein eintritt.

In die nächste Periode fällt die Einwanderung der Buche und Hainbuche, die noch von Süden her über Dänemark nach Schweden kommen (Buchenzeit), während die Fichte in dieser Zeit von Norden her über Finnland langsam einwandert. Gegen Ende dieses Zeitabschnittes macht sich nun ein Wiederansteigen der Kiefer und ein Rückgang des Eichenmischwaldes und der Hasel bemerkbar. Das Wachstum der Hochmoore zeigt vielfach einen deutlichen Stillstand. Ihre Oberfläche trocknet aus und überzieht sich mit Heide oder mit Wald (Kiefer und Birke). Es bildet sich der sog. Grenzhorizont nach C. A. Weber in den Hochmooren aus (Abb. 36). (Subboreales Klima mit stärkerem Wärmerückgang und größerer Trockenheit.)

In der nächsten und letzten Phase der Entwicklung vollzieht sich das weitere Vordringen und die allgemeine Verbreitung der Fichte bis ins südliche Schweden (Fichtenzeit), die dort noch in der Neuzeit als nicht abgeschlossen betrachtet wird (vgl. S. 51 u. 58). Auch die Buche scheint im Anfang dieser Zeit hier und da noch häufiger geworden zu sein, während der Eichenmischwald und die Hasel sich auf ihren heutigen Stand zurückziehen. (Subatlantisches Klima mit weiterem Temperaturrückgang, aber feuchterem Charakter.)

¹ Blytt, A.: Die Theorie der wechselnden kontinentalen und insularen Klimate. Englers Bot. Jb. Bd. 2, 1882.

Wir haben auch einige Anhaltspunkte für das erste Auftreten des Menschen im nordischen Walde der Nacheiszeit und damit auch über den Beginn seiner Einwirkung auf den Wald. Wenn diese auch anfangs wohl nur schwach gewesen ist, so ist sie doch schon für die Zeit des Nomadentums durch den Weidewechsel und die überall damit unzertrennlichen Waldbrände nicht zu unterschätzen.

In den z. T. noch in die Kiefernzeit fallenden Moorschichten hat man häufig Stämme und Stöcke gefunden, die angekohlt waren. Man hat dies auf Waldfeuer zurückführen wollen, die durch den Menschen verursacht worden wären. Da man aber bisher in diesen frühen Schichten keinerlei sonstige Spuren von ihm und seiner Tätigkeit gefunden hat und andererseits aus der Waldbrandstatistik von Nordamerika die häufige Entstehung von Waldbränden im Urwald durch Blitzschlag in alte hohle oder trockene Bäume nachgewiesen ist, ist die obige Vermutung vorläufig noch unsicher.

Die ältesten sicheren Nachweise des Menschen finden sich im nordischen Wald erst für die Eichenzeit.

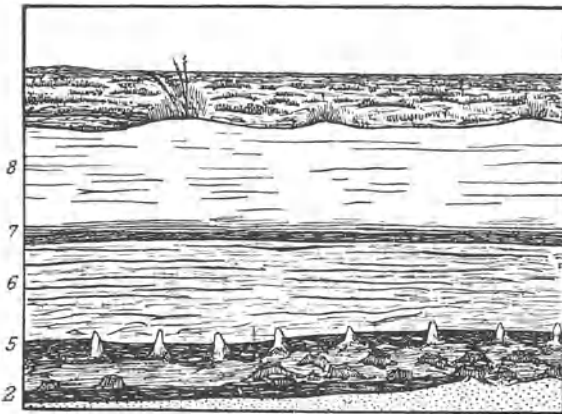


Abb. 36. Aufbau eines typischen norddeutschen Moores. Nach C. A. Weber, Bremen. 1. Diluvialsand. 2. Schilftorf (verlandende Wasserfläche). 3. Auenwaldtorf (feuchter Waldboden). 4. Föhrenwaldtorf mit Stubbenresten (fortgeschrittene Hochmoorbildung). 5. Scheuchzeriaturf (neue Vernässung, in der der Kiefernbestand abstirbt). 6. Älterer Sphagnumtorf, stark zersetzt und zusammengeleget. 7. Grenzhorizont; Stillstandslage der Torfbildung (Trockenzeit?), Eriophorum- und Heidereste. 8. Jüngerer Sphagnumtorf (neues Anwachsen der Moore, lockerer, wenig zersetzter Moostorf). An der Oberfläche Moosrasen mit Bülten.

und Weide. Buche und Nadelhölzer wurden in den älteren Haufen nicht angetroffen. Auch diese Funde entsprechen daher ganz dem Bild des Höhepunktes der Eichenmischwaldphase. Aus archäologischen Berechnungen der verschiedenen Kulturperioden geht hervor, daß dies ungefähr die Zeit um 3000 v. Chr. gewesen sein muß.

Hand in Hand mit den allgemeinen klimatischen Veränderungen der Nacheiszeit ist auch eine durch Landhebungen und -senkungen verursachte Änderung in der Ostsee vor sich gegangen, die durch geologische Forschungen aufgeklärt worden ist, und die auch für die Einwanderung des Waldes durch die Entstehung und das Wiederabreißen von Landbrücken und die Ab- und Zunahme eines maritimeren Klimas für die Länder um die Ostsee von Bedeutung gewesen sein muß.

Während die Ostsee am Anfang der Nacheiszeit nach Norden mit dem Eismeer in Verbindung stand (sog. Eissees- oder Yoldia-Stadium in der Dryaszeit), wurde sie durch eine Landhebung später zu einem langsam aussüßenden Binnensee (Ancyclus-See von *Ancyclus fluviatilis*, einer Süßwassermuschel). Im Südwesten bestand eine Festlands-

¹ Erdtmann, G. E.: Pollenanalytische Untersuchungen von Torfmooren und marinen Sedimenten in Südwestschweden. Upsala 1921.

brücke zwischen Skandinavien und Norddeutschland über Jütland und die dänischen Inseln. (Zusammenfallen mit Birken- und Kiefernzeit.) Später trat wieder eine Landsenkung ein, die Ostsee bekam eine breite Verbindung mit der Nordsee und wurde so stark salzhaltig, daß die Auster an ihren westlichen Küsten sich einfand. (Das sog. Litorina-Stadium in der Eichenmischwaldphase.) In diese Zeit fällt auch das Auftreten der Menschen der jüngeren Steinzeit und später der Bronzezeit in Dänemark und Südschweden. Unter ihren Küchenabfällen waren auch Austernschalen enthalten! In der letzten Periode, die bis in die geschichtliche Zeit führt, findet wieder eine Landhebung statt. Das Wasser der Ostsee wird wieder süßer, die Auster und andere salzwasserliebende Tiere verschwinden, die Buche und schließlich die Fichte breiten sich aus (Eisenzeit und historische Zeit).

Diese Nebeneinanderentwicklung von Landgestaltung, Klima, Tier- und Pflanzenwelt und menschlichen Kulturstufen gilt aber auch in den nordischen Ländern nur in großen Zügen. In Nord und Süd, im Binnenland und in den Küstengebieten zeigen sich nach neueren Untersuchungen allerhand Verschiedenheiten und Abweichungen. Wir dürfen daher für Deutschland und seine Nachbarländer mit ihrer verschiedenen Lage zum Meer und der Gliederung durch teilweise sehr verschieden streichende Gebirge keine einheitliche, genaue Wiederholung und noch weniger einen zeitlichen Zusammenfall mit der Entwicklung in den nordischen Ländern erwarten. Übrigens klaffen bei uns auch noch zu große Lücken in den Untersuchungen, z. B. gerade für die nordostdeutsche Tiefebene, als daß man für dieses Gebiet schon heute eine ähnlich genaue Einwanderungsgeschichte entwerfen könnte.

Was sich heute etwa schon darüber sagen läßt, ist etwa folgendes: Auch bei uns begann die Waldbildung mit der Birke und der Kiefer, aber die Trennung beider ist nicht überall deutlich, vielfach fallen sie mehr oder minder zusammen.

Im Bodenseegebiet erscheinen sie z. B. getrennt voneinander. In anderen Gegenden, wie auf dem Schwarzwald, herrscht auch in den untersten Torfschichten schon weitaus die Kiefer vor, ebenso auch in Böhmen, und dort sowohl in den Gebirgslagen wie auch in der Ebene¹. Besonders wichtig ist die von Bertsch² ausgeführte Untersuchung des Reicheremoors in Oberschwaben, da dort im Glazialton ebenfalls die Dryaszeit und das Fehlen jeglichen Waldbaumpollens nachgewiesen werden konnte. Darüber stellen sich dann Birke und Kiefer gleichzeitig ein, und letztere erreicht sehr rasch eine überragende Stellung (80 bis über 90 %). Auch einzelne Untersuchungen für Norddeutschland scheinen ein mehr oder minder starkes Zusammenfallen der Birken- mit der Kiefernphase zu bestätigen.

Überall aber folgte dann auch bei uns wie in den nordischen Ländern ein starkes Vordringen der Hasel schon am Ende der Kiefernzeit und darauf der Eichenmischwald mit Eiche, Ulme, Linde und mit Hasel im Unterstand. Überall steigen auch bei uns die Arten in den Gebirgen zu größerer Höhe wie heute empor. (So nach Rudolph im Erzgebirge wahrscheinlich 300 bis 400 m höher, im Riesengebirge noch mehr. Auch Stark stellte Ähnliches für den oberen Schwarzwald fest und neuestens auch Hesmer³ für den Harz.) Das Temperaturoptimum dieser nacheiszeitlichen Periode dürfte damit auch für ganz Deutschland gelten.

Nach der Eichenmischwaldzeit wanderte im allgemeinen auch bei uns die Buche ein, aber schon bei ihr und noch mehr dann bei Tanne und Fichte machen sich in den einzelnen Gegenden nun starke Verschiedenheiten bei der Einwanderung und Ausbreitung bemerkbar, die erst noch weiterer Klärung bedürfen.

¹ Stark u. Rudolph: a. a. O.

² Bertsch: Untersuchungen im Reichermoor. Jber. d. Ver. f. vaterl. Naturkunde Württemberg 1924.

³ Hesmer: Die Waldgeschichte der Nacheiszeit des nordwestdeutschen Berglandes. Z. f. Forst- u. Jagdwes. 1928.

Während in Südwestdeutschland die Tanne ziemlich früh und sehr zahlreich neben der Buche auftritt, diese sogar teilweise überflügelt, stellt sich umgekehrt in Böhmen und den sächsisch-schlesischen Randgebirgen zunächst die Fichte ein (schon im Eichenmischwald) und wird auf den Gebirgen bis auf die Hochkämme hinauf sogar die herrschende Art. Erst später breiten sich dann dort Buche und Tanne aus und verdrängen die Eiche und Fichte bis auf geringe Prozente. In der allerletzten Zeit, vielleicht schon unter dem Einfluß der künstlichen Bestockungsänderung durch die Forstwirtschaft gewinnt die Fichte und auch die Kiefer (Bergkiefer?) vielfach wieder die Oberhand.

Auch für den Oberharz fand Hesmer ein ähnlich frühes und starkes Auftreten der Fichte schon in der Eichenmischwald \times Haselzeit, dem dann eine vorwiegende Buchezeit (hier ohne Tanne!) mit geringerer Fichtenbeimischung folgt, um am Ende in eine fast reine Fichtenbestockung umzuschlagen.

Das stimmt gut mit einzelnen Funden von C. A. Weber¹ überein, nach denen die Fichte schon zu einer Zeit in die Lüneburger Heide einwanderte, in der die Hasel (mit Wildapfel) dort auf ihrem Höhepunkt stand. Ebenso fanden sich Spuren der Fichte bei Lübeck und Kiel schon um die Zeit, als die Ostsee aus ihrem Anclylus-Stadium in das des Litorina-Meeress überging. In den späteren Ablagerungen fehlte sie dann wieder. Sie ist dort offenbar von der später einwandernden Buche verdrängt worden. Diese findet sich an den Küsten Ostholsteins schon mit Resten menschlicher Ansiedelungen aus der spätneolithischen Zeit, in der bereits Ackerbau (Körner von Weizen und Gerste!) betrieben wird! In den dortigen Muschelabfallhaufen finden sich ebenfalls die Schalen der Auster, die „heute dort wegen des zu geringen Salzgehaltes der Ostsee nicht mehr zu leben vermag“. Es war also wohl der Höhepunkt des Litorina-Stadiums, währenddessen sich die Ausbreitung der Buche in Nordwestdeutschland vollzog.

In die niedrigeren westdeutschen Gebirge scheint die Fichte (und noch weniger die Tanne) gar nicht gekommen zu sein, oder sie ist dort sehr früh und vollständig von Eiche und Buche verdrängt worden. Hesmer hat sie jedenfalls in den Mooren im Solling und Kauffunger Wald nirgends gefunden. Schließlich sei noch erwähnt, daß Weber im Augstamal-Moor in Ostpreußen ebenfalls ein frühzeitiges Auftreten der Fichte offenbar noch während der Eichenzeit festgestellt hat.

Im ganzen gilt also auch für Deutschland wohl die Folge: Birken- \times Kieferzeit, Eichenmischwald und zuletzt Einwanderung der Buche. Nur wie und wo sich Fichte und Tanne eingliedern, ist noch unsicher. Weitere Untersuchungen für das nordostdeutsche Tiefland müssen die hier noch bestehende große Lücke erst schließen, ehe wir ein ganz klares Bild über die Geschichte unseres Waldgebietes haben werden. Schon jetzt aber kann gesagt werden, daß die bisherigen Ergebnisse unsere früheren Feststellungen bezüglich der natürlichen Verbreitung von Buche, Fichte und Tanne und ihrer klimatischen Ursachen durchaus bestätigen.

2. Die geschichtliche Zeit.

Mit der späteren Buchezeit, in die der Beginn fester Siedlungen mit Viehzucht und Ackerbau in Norddeutschland zusammenfällt, dürfte der Einfluß des Menschen auf den Wald beginnen. Die Zeugnisse dafür sind anfangs freilich noch dürftig, später stehen uns reichere Quellen für die Waldgeschichte zur Verfügung.

Wir werden hierbei im wesentlichen der eingehenden Darstellung Hausraths², eines der besten Kenner dieses Teils der Forstgeschichte, folgen können.

Die Änderungen der Waldfläche. Die Lage der ersten Siedlungen aus der jüngeren Steinzeit drängt sich in Deutschland und seinen Nachbarländern ganz auffällig auf die fruchtbaren Löß- und Schwarzerdegebiete zusammen. Dies hat zu verschiedener Deutung Veranlassung gegeben. Anfänglich wollte man darin eine besondere Findigkeit der ersten Siedler sehen, die sich

¹ Weber, C. A.: Die Geschichte der Pflanzenwelt des norddeutschen Tieflandes. a. a. O.

² Hausrath, H.: Pflanzengeographische Wandlungen der deutschen Landschaft. Leipzig: B. G. Teubner 1911. — Man vergleiche auch dazu A. Schwappach: Handbuch der Forst- und Jagdgeschichte Deutschlands, Berlin 1886, mit seinen sehr ausführlichen Darstellungen und vielen alten Urkunden.

gerade die fruchtbarsten Böden herausgesucht hätten. Heute ist man im allgemeinen mehr zu der Anschauung gelangt, daß diese ursprünglichen Steppböden, wenn auch vielleicht nicht mehr ganz baumlos, doch nur lockeren und lichten Wald getragen haben, etwa vom Charakter der südrussischen Waldsteppe. Erfahrungsgemäß werden nämlich bei Erstsiedelungen solche offenen Landstriche wegen der geringeren Rodungsschwierigkeiten bevorzugt, die der Steinzeitmensch auch mit seinen primitiven Werkzeugen im vollbestockten Urwalde kaum zu überwinden imstande gewesen wäre.

Als in neolithischer Zeit besiedelt können angesehen werden: Das Vorland der Alpen vom Jura bis nach Niederösterreich, das hügelige Gelände im Rheintal von Mainz bis Basel, der Rücken des Schwäbischen und Fränkischen Jura, das Vorland der schlesischen, sächsischen und thüringischen Gebirge und des Südostharzes bis an die rheinisch-westfälischen Gebirge und endlich die Nord- und Ostseeküste mit ihren in der Ancyclus-Periode aus dem Meere aufgetauchten Marschen. (Diese mußten dann, wie C. A. Weber das z. B. für die steinzeitlichen Siedlungen an der Kieler Förde sehr schön nachweisen konnte, bei der späteren Litorina-Senkung wegen Überflutung wieder teilweise aufgegeben werden.) Auch auf der Geest finden sich in dem alten Heidegebiet (vgl. S. 12) schon viele Spuren einer vor- und frühgeschichtlichen Besiedlung.

Es ist bezeichnend, daß dieses steinzeitliche Erstbesiedlungsgebiet sich in der nachfolgenden Bronze- und Eisenzeit nicht oder nur wenig erweitert, sondern daß nur eine dichtere Besiedlung im Innern stattgefunden hat. Die geschlossenen Waldgebiete lockten offenbar wegen der noch schwer überwindlichen Rodungsschwierigkeiten nicht. Vielleicht trug auch die Unsicherheit gegen Überfälle durch die großen Raubtiere des Waldes und räuberische Nachbarstämme dazu bei.

Als die Römer ins Land kamen, erstaunten sie jedenfalls über den großen Waldreichtum. Bekannt ist der Ausspruch des Tacitus, der Germanien „aut silvis horrida, aut paludibus foeda“, als ein von Wäldern und Sümpfen starrendes Land schildert und es als „magna ex parte silvis ac paludibus invia“ bezeichnet. An dieser zweifellos starken Übertreibung dürfte aber in der Hauptsache wohl der Gegensatz zu dem schon damals stark entwaldeten Italien schuld gewesen sein. Der von den Römern selbst mehrfach hervorgehobene Menschenreichtum der durchzogenen Gebiete und der hohe Stand des Ackerbaues bei den alten Germanen, die damals schon vor den Römern den Scharpflug anwandten, spricht gegen ein reines Waldland.

Andererseits zeigt freilich das Fehlen älterer Siedlungen besonders in den Gebirgen Süd- und Westdeutschlands und die häufige Bezeichnung derselben durch die Römer mit „silva“ statt „mons“, daß besonders in diesen noch völlig unberührte große Urwaldflächen vorlagen.

Zum Beispiel der Schwarzwald (Silva Abnoba), die Ardennen (Silva Ardennua), mehr wie 50 röm. Meilen lang, und der Silva hercynia, der sogar 60 Tagere sen lang gewesen sein soll! Noch größere Urwaldflächen wird damals der gering besiedelte Osten gehabt haben. Die Kerne dieser alten Urwälder sind noch heute in den im Volksmund als „Heiden“ bezeichneten Kieferngebietern wie Tuchler, Landsberger, Cladower, Schorfheide, Lausitzer, Annaburger Heide u. a. zu erkennen. Die Bewaldung dürfte dort damals etwa das Dreifache der heutigen betragen haben.

Die Römer haben dann in dem von ihnen besetzten Gebiet durch Anlage von Städten, festen Plätzen und Gutshöfen mit den dazu notwendigen Äckern, Wiesen und Weiden den Wald im westlichen Deutschland, besonders in der Nähe der Flüsse und großen Heerstraßen schon ein gut Stück weiter zurückgedrängt. Die großen Gebirgsurwaldungen im Westen und auch das ganze Waldgebiet im Osten blieben aber im wesentlichen bis über die Völkerwanderung hinaus unberührt, ja diese hat nachweislich wieder in vielen Gebieten ein erneutes Vordringen des Waldes zur Folge gehabt.

Erst in der Karolingerzeit setzt dann, seitens der Herrscher, wie z. B. Karls des Großen, stark gefördert, eine umfangreiche Rodung ein, die nun auch in die alten Urwaldgebiete hineindrang. Besonders die allenthalben neu gegründeten Klöster beteiligten sich hieran stark, mit der religiösen gleich die wirtschaftliche Mission verbindend. (So z. B. die vielen Klostergründungen der Zisterzienser im Osten mitten im Walde: Lehnin, Chorin u. a.) Neben den Rodungen der weltlichen und geistlichen Grundherren liefen auch in geringerem Umfange Einzelsiedlungen von Bauern nebenher. Die große Rodungsperiode umfaßte die Zeit von etwa 700—1300 n. Chr.

Einen gewissen Anhalt für die Gründungszeit bieten nach Arnold die Endungen der Ortsnamen:

1. Periode bis 300 n. Chr.: Unzusammengesetzte Ortsnamen oder Endigungen, wie affa, aha, ara, ida, lar, a, stedt, loh, tar.
2. Periode von 300—700 oder 800: Endungen wie ingen, ing, ungen, wangen, leben, heim, hausen, dorf, weiler, hofen, an, bach, born, brunn, werd, furt, bühl, scheid.
3. Periode von 700—1300: Endungen wie roden, schwenden, sengen, brennen, schlag, riet, kirche, kreuz, herrn, siel, damm, koog.

Gerade die letzte Gruppe zeigt, in welchem Maße und mit welchen Gewaltmitteln man nun dem Walde zu Leibe ging. Ein Beispiel, in welchem Umfange dies etwa im einzelnen geschah, zeigt der „heilige Forst von Hagenau“ im Elsaß, der um 700 noch ungefähr 25000 ha, um 1100 aber nur noch 18000 ha groß war.

Die Siedlung schritt in Deutschland im allgemeinen von Südwesten nach Nordosten fort. In den slawischen Gebieten waren noch am Ende der großen Rodungsperiode große Urwaldgebiete.

So waren im südwestlichen Hinterpommern noch um 1300 nur 6 Kirchen, um 1400 hatte sich ihre Zahl schon verzehnfacht. Auch in der Mark fand sich um 1100 noch ein ununterbrochener Urwald von Fürstenwalde bis nach Berlin. In Ostpreußen bestanden zwar nach den starken Heeren, die dem Deutschorden bei seiner Eroberung entgegentraten, wohl auch schon stärker besiedelte Gebiete, aber daneben ebenfalls noch riesige Urwaldungen, wie die an das besetzte Gebiet östlich anschließende „gelindische Wüste = Wildnis“, ein Urwald von ungefähr 60000 qkm Ausdehnung! Die Forstbeamten in Ostpreußen trugen daher noch lange den Namen „Wildnisbereiter“. Ganz Litauen und Masuren war nach der Karte von Henneberger sogar im 16. Jahrhundert noch ein im wesentlichen unbesiedelter Urwald¹.

In den Gebirgen schritt die Besiedlung im allgemeinen (abgesehen von Bergbau an höher gelegenen Erzlagerstätten) von unten nach oben fort.

So betrug z. B. am Harz die mittlere Höhenlage der besiedelten Orte bis 775 n. Chr. nur 280 m, zwischen 775—1200 = 300 m, zwischen 1200—1618 = 370 m und nach 1618 = 400 m.

Der verhältnismäßig noch am meisten jungfräuliche Waldboden findet sich also heute bei uns im Osten sowie im Innern und auf der Höhe der Gebirge!

Der Höhepunkt der Siedlung und damit auch des Flächenverlustes, den der Wald in Deutschland damit erlitt, ist etwa um 1400—1500 erreicht. Es erfolgte dann, schon von 1250 an einsetzend, vielfach ein Rückschlag, so daß Hausrath sogar von einer „negativen Siedlungsperiode“ spricht. Fehden, Pest, Agrarkrisen und die vielfach zu weit getriebene Rodung zu geringen Bodens führte zum Eingehen von Einzelsiedlungen und ganzer Ortschaften. Es entstanden zahlreiche „Wüstungen“, von denen der Wald nun wieder Besitz ergriff, und deren Spuren manchmal noch heute in unseren Revieren angetroffen werden. Oft scheint das sogar in recht beträchtlichem Umfange der Fall gewesen zu sein.

¹ Vgl. dazu die Darstellung von Forstrat H. Müller: Grundlagen der Forstwirtschaft im sog. Preußisch-Litauen. Neudamm 1928.

In Thüringen sind nach Werneburg bis über 30 % solcher ehemaligen Siedlungen eingegangen und Wüstungen geworden, und ich selbst fand z. B. im Magdeburger Staatsarchiv eine Bemerkung in einer alten Akte von 1714: „Obbenannte Heyden, welche man generaliter Gardelegensche Heyde zu nennen pflegt, besteht hauptsächlich aus 8 wüsten Dorfstellen, deren Namen sind . . ., welche zu einer Waldung gebracht sind, und liegen alle diese wüsten Dorfstellen in einem tractu auf 2 Meilen lang, so alle dem Vermuthen nach wegen derer darauf befindlichen sehr alten Eichen und alten Gemäuer bei 400 Jahre mußten wüste gelegen haben!“ Diese Zeitangabe führt also ebenfalls bis in den Beginn jener oben bezeichneten Rückschlagsperiode.

Auch der 30jährige Krieg hat dann noch einmal im 17. Jahrhundert in Deutschland zeitweilig zu einem Vordringen des Waldes geführt, das aber nach neueren Feststellungen fast überall sehr bald wieder durch neue Urbarmachung ausgeglichen worden ist.

Im allgemeinen ist das heutige Verhältnis der Waldfläche zur gesamten Landesfläche eben doch schon um 1400—1500 festgelegt worden. Die späteren Kolonisationen im Osten, wie z. B. die unter den ersten preußischen Königen, besonders Friedrich dem Großen, „dem Menschen lieber waren als Bäume“ (Oderbruch u. a.), konnten an diesem Verhältnis im großen nichts mehr ändern und sind z. T. auch von den weitschauenden Fürsten durch die schon damals begonnene und bis in die Gegenwart betriebene Aufforstung von „Sandschellen und wüsten Plätzen“ wieder ausgeglichen worden. So sind z. B. durch solche Ödlandsaufforstungen im deutschen Reichsgebiet von 1878—1900 noch 123000 ha Wald neu gewonnen worden, was aber doch nur 0,9% der Gesamtwaldfläche ausmacht!

Aus dem Waldland zur Römerzeit war durch die große Rodungsperiode zur Karolingerzeit im Laufe von 700—800 Jahren ein Ackerland geworden, in dem der Wald von etwa drei Viertel der Landesfläche auf das eine Viertel zurückgedrängt war, das er im wesentlichen bis heute behalten hat.

Die Änderungen des Waldaufbaues. Hand in Hand mit den Änderungen der Waldfläche gingen auch solche in seinem inneren Aufbau. Wie der Urwald in alter Zeit aussah, dafür haben wir allerdings keine fossilen oder geschichtlichen Belege. Die Pollenanalyse kann uns im allgemeinen nur die Zusammensetzung nach Holzarten und auch diese nur für eine ganze Gegend, nicht für einzelne Bestände, angeben. Sie sagt uns nichts über Rein- und Mischbestände und nichts über den schichtenweisen Aufbau im Innern.

Man kann sich aber doch wohl aus den noch vorhandenen Urwaldresten in Mitteleuropa und in klimatisch ähnlichen Gebieten wie Nordamerika ein Bild machen, wie auch der deutsche Urwald einstmals in seinem Innern ausgesehen haben dürfte.

Eine Vorstellung, die dabei unwillkürlich zunächst auftaucht, muß man von vornherein fallen lassen, nämlich, daß dieser Urwald undurchdringlich dicht, von Jungwuchs und Gesträuch erfüllt, gewesen wäre, etwa wie der tropische Regenwald. Zu einer solchen Erfüllung des Raumes von oben bis unten fehlten die standörtlichen Vorbedingungen. Weder die Urwaldreste in den Karpathen, in Bosnien und Albanien noch in der Ebene von Rußland (Bialowies) oder in Nordamerika, von denen wir aus letzter Zeit anschauliche Darstellungen erhalten haben, zeigen eine Undurchdringlichkeit in diesem Sinne. Wo sie auftritt, da besteht sie meist nur in dem vielen, oft kreuz und quer liegenden Lager- und Moderholz zusammengebrochener alter Baumleichen. Von vielen Beobachtern wird der Bestockungsaufbau der Baumschicht sogar als mehr oder minder einstufig, von anderer allerdings auch wieder als mehrstufig geschildert. Neben verschied-

denen Entwicklungszuständen dürfte hierbei vor allem auch die Bestockung, ob mehr rein oder aus verschiedenen Holzarten gebildet, mitsprechen. (Näheres darüber in Teil II.)

In welcher Weise die ersten menschlichen Nutzungen nun den Bestockungsaufbau veränderten, darüber kann man sich nur vermutungsweise Vorstellungen machen. Solange noch keine festen Siedlungen zu dauernden Eingriffen an der gleichen Stelle führten, dürfte sich das alte Waldbild immer wieder von selbst hergestellt haben.

Anders wurde es, als mit der Anlegung fester Wohnplätze der nächstgelegene Wald dauernd und wiederholt zur Befriedigung der Wirtschaftsbedürfnisse herangezogen wurde. Wir müssen hierbei den Laubwald vom Nadelwald trennen. Im ersteren trat ja nach Fällung an vielen Stöcken eine Waldneubildung durch Ausschlag ein. Die ersten zarten Ausschläge boten neben den Bodenkräutern und Gräsern eine willkommene Weidegelegenheit für das Vieh. Es entstand der oft verbissene, struppige und buschige Weideniederwald, in dem sich die Weichholzarten Birke, Aspe, Salweide, Hasel stark vordrängen, in dem aber schließlich doch hier und da wieder einige Stangen emporwachsen, den lichtbedürftigeren Ausschlag der Weichhölzer dann unterdrücken und zum Weidewechsel mit jüngeren Schlägen zwingen. Der alte Wald bildet sich dann wieder aus, wenn er in Ruhe gelassen wird. Hat er aber wieder eine genügende Stärke zur Verwendung als Brennholz erreicht — und die Anforderungen pflegen auf so tiefer Wirtschaftsstufe nur gering zu sein — so wird er erneut abgetrieben in der Hoffnung, daß das auf die Dauer so weitergehen wird. Denn „Holz und Schaden wachsen alle Tage“, wie ein uraltes Sprichwort bezeichnend zu sagen pflegte. Man kann diese niedrigste Entwicklungsstufe des Wirtschaftswaldes noch heute in unaufgeschlossenen Gebieten Südeuropas in den Siedlungen am Außenrande des Urwaldes verfolgen, z. B. in den rumänischen Karpathen, in Bosnien und anderswo.

Eine Menge von geschichtlichen Nachrichten und Überlieferungen deuten darauf hin, daß der Laubholzniederwald mit Viehweide auch bei uns eine der ältesten Entwicklungsstufen gewesen ist. Daneben haben sich gegendweise wohl ebenso frühzeitig oder doch wenig später Wechselbetriebe zwischen niederwaldartiger Waldnutzung und vorübergehender landwirtschaftlicher Zwischennutzung zwischen den wieder ausschlagenden Stöcken und andere nahestehende Formen ausgebildet, wie sie uns noch heute in den Siegerner Haubergen, den Birkbergen in Bayern und den Reutbergen in Baden in freilich wohl schon veränderter Form überkommen sind. Die altertümlichen Rechtsverhältnisse und Namen, sowie die hier und da noch gebräuchliche Verwendung des primitiven Hakenpfluges in ihnen deuten jedenfalls auf ein sehr hohes Alter hin.

Eine geregelte Form des Niederwaldes mit bestimmter Einteilung in Schläge und Festsetzung eines Umtriebes, bei dem immer der älteste Schlag wieder hiebsreif sein mußte, mit Weideverbot für die jüngsten Schläge, hat sich naturgemäß aus den anfänglich noch wilden Formen erst später entwickelt. Die ersten geschichtlichen Nachrichten darüber finden wir erst im 13. und 14. Jahrhundert.

Neben dieser dem ursprünglichen Walde ganz fremden Bestockungsform hat sich aber auch schon sehr früh eine andere, die des sog. Mittelwaldes, herausgebildet. Der Bedarf an masttragenden Bäumen (Eichelmast für Wild und Schweine) und an stärkerem Holz für den Wirtschaftsbedarf hat bald zu der Erkenntnis geführt, daß man beim Abtrieb der Schläge einzelne ausgesuchte Stämmchen stehenlassen und durch mehrere Umtriebe überhalten müsse (das sog. Oberholz im Mittelwalde).

Schwappach fand die ersten sicheren Nachrichten für einen solchen Mittelwaldbetrieb erst in Zeugnissen vom Ende des 15. Jahrhunderts, aber schon eine von Hausrath¹ erwähnte Urkunde von 1219 in der Gegend von Speyer spricht von Ober- und Unterholz und beklagt, daß jenes unfruchtbar und dieses nur aus Dornen und unansehnlichem Gestrüpp bestehe, ein Hinweis darauf, daß man von beiden Stufen schon bestimmte wirtschaftliche Erfolge erwartete. Jedenfalls herrschte der Mittelwaldbetrieb im Laubholz während des ganzen Mittelalters, zum mindesten in der Nähe der Städte und größeren Siedlungen, wie man das noch auf Bildern der damaligen Zeit, z. B. den Kupferstichen in den Topographien von Merian, deutlich erkennen kann.

Daneben aber wurde in den abgelegenen Teilen des Waldes zur Befriedigung des Bedarfs an langen und starken Bauhölzern „geplentert“, d. h. Einzelstämme je nach Bedarf herausgehauen. Diese Art der Nutzung war wohl auch zunächst die einzige im Nadelwald, der ja keine Ausschlagsfähigkeit vom Stock besaß, und wo die Wiederverjüngung lediglich auf den durch Samenabfall entstehenden Jungwuchs angewiesen war. Obwohl die Form der Plenterung an sich die natürlichste ist und der Erhaltung des alten Waldaufbaus am günstigsten zu sein scheint, ist gerade das Gegenteil der Fall gewesen. Sie war es gerade, die in der Folge zu besonders schlechtem Waldzustand, ja geradezu zur Waldverwüstung geführt hat.

Im unberührten Urwald geht die Verjüngung eben sehr langsam und spärlich vor sich und kann langsam gehen, weil auch der Abgang sich ebenso langsam vollzieht. Selbst wenn einmal Katastrophen, wie Feuer oder Windbrüche, ganze Bestände oder Waldgebiete (wie in Rußland und Nordamerika) vernichten, bleibt der Boden doch durch die riesigen Mengen von Lagerholz gedeckt. Oft finden sich dann erst Holzarten mit weit fliegenden leichten Samen, wie Birke, Aspe und Weide, als „Pionierbestand“ ein, und unter ihnen wandern dann langsam die ehemaligen Holzarten von den Seiten her wieder ein. In anderen Fällen überstehen einzelne besonders widerstandsfähige Arten die Katastrophe und werden zeitweise und nur dadurch allein herrschend². Immer aber hat der Wald Zeit und Ruhe genug, sich wieder zu bilden und umzubilden. Denn das Lagerholz schützt den Boden und bietet vermodernnd den neuen Ankömmlingen ein günstiges Keimbett. Anders aber, wo der Mensch wiederholt und dauernd eingreift und infolge des mit der Bevölkerung steigenden Holzbedarfs immer stärker eingreifen muß! Hier kann die natürliche Samenverjüngung ohne die Nachhilfe forstlicher Kunst dem Entzug nicht mehr folgen. Der Wald muß immer lückiger werden, der Boden muß ohne den Schutz des Lagerholzes verwildern! Schließlich hilft selbst eine Schonung, die immer nur auf kurze Zeit bewilligt werden kann, auch nicht mehr viel.

Hier entscheidet sich dann das Schicksal des Waldes. Glücklicherweise erkennt das Volk, das rechtzeitig die Gefahr erkennt, und dem, aus der Not geboren, in dieser Zeit eine Forstwirtschaft entsteht, die eine geregelte Nutzung einführt und für Wiederverjüngung sorgt. Voll Genugtuung dürfen wir heute feststellen, daß dies in Deutschland noch rechtzeitig genug geschehen ist, während die südeuropäischen Völker ihren Wald weit über die Siedlungsnotwendigkeiten hinaus vernichtet und verloren haben. Allerdings ist dabei nicht zu verkennen, daß die Folgen der Waldübernutzung sich dort infolge besonders ungünstiger Bedingungen von Klima und Geländegestaltung auch viel rascher und schwerer auswirken mußten.

¹ a. a. O., S. 157.

² Schenck: Der Waldbau des Urwaldes. Allg. Forst- u. Jagdztg. 1924.

Neben der übermäßigen Holznutzung zehrten im Mittelalter und noch bis weit in die Neuzeit hinein die vielen Nebennutzungen, die der Wald auf Grund alter Berechtigungen an die Bevölkerung hergeben mußte, an seinem Marke, um so mehr, als damit allerhand Mißbräuche, Diebstähle und im trocknen Kieferwald des Ostens auch zahllose Waldbrände Hand in Hand gingen. Besonders war es die übermäßige Viehweide, Streunutzung, Gräserei u. a. m., die den jungen Nachwuchs immer wieder schädigte und vernichtete.

Zahllos sind die Klagen und Befürchtungen, die für den Bestand des Waldes vom 16. und 17. Jahrhundert an in allen Forstordnungen und Berichten der Forstbeamten in steigendem Maße bis ins 18. Jahrhundert wiederkehren.

So klagt eine brandenburgische Forstordnung von 1531, „daß durch allerley Unordnung und Unfleiß alle Wälder, Förste und Hölzer in Oesigung (verasten, verwüsteten Zustand) gekommen seien“. Ein Inspektionsbericht aus dem unteren Harz sagt, daß man in den ganzen bereisten Forsten „kaum mehr einen Baum gefunden habe, dick genug, um einen Förster daran aufzuknüpfen“. Ein Protokoll vom Hohenmarkwald am Taunus aus dem 18. Jahrhundert stellt fest, „daß in der ebenen Gegend des besten Bodens große Striche von mehreren tausend Morgen bloß mit Heide und Wacholder bedeckt sind“. Das sind nur wenige herausgegriffene Beispiele. Sie ließen sich beliebig vermehren.

Überall hatte die wilde Plenterung im Laufe der Jahrhunderte den Wald in einen höchst minderwertigen Zustand versetzt, so daß das Wort entstand „Plenterwald = Plunderwald“. Aber auch in den niederwald- und mittelwaldartig bewirtschafteten Gebieten sah es nicht viel besser aus. Das Gespenst der Holznot stand vor der Tür!

In dieser Zeit entwickelte sich nun der Gedanke, daß man den unkontrollierbaren, zersplitterten Hieb aufgeben, die Fällungen auf bestimmte Schlagflächen zusammenlegen, dann aber auch für deren rasche Wiederverjüngung entweder im Wege der Naturbesamung oder mit Ergänzung durch künstliche Beisat und Beipflanzung, schließlich auch durch volle künstliche Verjüngung sorgen müsse. Die Wälder mußten zu diesem Zweck eingeteilt und vermessen werden. Man gewann dabei den ersten Überblick über den vorhandenen Holzvorrat und begann dessen Nutzung auf lange Sicht hin gleichmäßig aufzuteilen: eine planmäßige Wirtschaft mit ständiger Nachprüfung der Ergebnisse setzte ein.

Damit bekam aber der deutsche Wald auch zugleich einen ganz anderen Aufbau, den er bisher nur in kleinem Umfang im Niederwaldbetrieb angenommen hatte: die Trennung der Waldfläche in einzelne unter sich gleichaltrige, gegeneinander aber stufenweise abgesetzte Altersklassen. Daß diese, noch in der heutigen Zeit bei uns fast alleinherrschende Wald- und Wirtschaftsform den Wald damals überhaupt gerettet hat, geben auch ihre heutigen Gegner zu. Daß sie durch ihre allzu große Gleichförmigkeit auf großen Flächen zu gewissen Schädigungen führen konnte und auch geführt hat, ist aber ebenfalls nicht zu leugnen.

Veränderungen in der Zusammensetzung nach Holzarten. Das Waldbild in Deutschland hat sich aber auch nach anderer Beziehung noch erheblich geändert, nämlich in seiner Zusammensetzung nach Holzarten¹. Nicht daß neue Holzarten aufgetaucht und sich in ihm vorgedrängt hätten — der versuchsweise künstliche Anbau von Ausländern spielt nur örtlich hier und da in letzter Zeit eine Rolle —, auch nicht, daß alte Arten ganz ausgestorben wären, wohl aber hat sich

¹ Jacobi, H. B.: Die Verdrängung der Laubwälder durch die Nadelwälder in Deutschland. Tübingen 1912.

das Mengenverhältnis der einzelnen Arten zueinander sehr stark verschoben.

Die römischen Schriftsteller berichten nur sehr wenig von den einzelnen Holzarten. Plinius erwähnt die großen und starken Eichenwälder im Lande der Chauken in der Nähe des Jadebusens, von denen durch die Fluten unterspülte Uferstücke losgerissen und aufrecht stehend, durch Strömung und Winde weitergetrieben, nachts die römischen Flotten erschreckt hätten. So stark waren diese Eichen, daß die Germanen aus ihnen riesige Bote (Einbäume) machen konnten, die bis zu 30 Mann zu tragen vermochten. Auch der herzynische Wald (vgl. S. 93) war nach römischen Berichten ein Eichenwald. Sonst werden noch Eichen und Weiden im Rheintal, Fichten und Tannen auf den hohen Gebirgen und der Taxus erwähnt, der nach Caesar (De bello gallico) nördliche Lagen und kalte Standorte liebte, und dessen eigentliche Heimat in Gallien und Germanien liegen sollte.

Die näher untersuchten Hölzer aus dem Pfahlgraben am römischen Limes in Süddeutschland bestanden ebenfalls meist aus Eichen, auch Birken, Eschen, Erlen, im bayerischen Mittelfranken aber vielfach auch aus Kiefern, einmal auch aus Fichten mit Flechtwerk von Fichten-, Buchen- und Birkenzweigen. Auch die Wälder zwischen Ruhr und Lippe waren um 300 n. Chr. vorwiegend Laubwälder, da der Einfall des Arbogast in die Winterzeit verlegt wurde, weil dann die Wälder „decussis foliis nudae“, also laublos und durchsichtiger waren. Merkwürdig ist die Nichterwähnung der Buche zur Römerzeit, obwohl sie doch damals schon sicher in Westdeutschland weit verbreitet war, wurde doch wenige Jahrhunderte später die Gegend um Fulda „Bochonia“ = Buchenwald genannt¹.

Jedenfalls war der ganze Westen Deutschlands im Norden etwa bis zum Limes sorabicus, dem alten Grenzwall zwischen Germanen und Slawen, im Süden bis zum römischen Limes vorwiegend reines Laubholzgebiet, in dem nur die höheren Gebirge (Harz, Thüringer Wald, Schwarzwald) Nadelholz trugen, und einige eingesprengte Enklaven auch etwas Kiefern und Fichten enthielten (vgl. die Darstellung der natürlichen Verbreitungsgebiete dieser beiden Holzarten).

Auch im östlichen Deutschland ist das Laubholz ursprünglich sicher viel mehr verbreitet gewesen, ehe die großen Rodungen einsetzten, die ja in der Folge gerade die besseren laubholztragenden Böden in Anspruch nahmen.

Man kann dies auch aus den zahlreichen alten Ortsnamen entnehmen, die auf Laubholz hinweisen. So leiten sich nach v. Berg² von 6905 Ortsnamen in Deutschland und Österreich 6115 vom Laubholz und nur 790 vom Nadelholz her. In Sachsen sind die entsprechenden Zahlen 93 : 22, in der Mark sogar 139 : 4! Daß damit aber keineswegs das richtige ehemalige Verhältnis von Laub- und Nadelholz wiedergegeben wird, ist selbstverständlich, aber doch in Übertreibung hier und da behauptet worden. Es läßt sich von vornherein annehmen und ist auch geschichtlich nachweisbar, daß der fruchtbarere Laubholzboden stärker besiedelt wurde wie der geringwertigere Nadelholzboden. Insbesondere der trockene Kiefernboden im Osten! Außerdem ist es durchaus möglich und verständlich, daß in vielen Fällen gerade die Seltenheit der Holzart die Veranlassung gegeben hat, sie zur Benennung heranzuziehen. Man könnte sich sonst das oben für die Mark angegebene Verhältnis von Laub- zu Nadelholz gar nicht erklären, denn es ist ja fast viermal so hoch wie im Durchschnitt von ganz Deutschland.

Nach Abschluß der Rodungen war die nordostdeutsche Tiefebene jedenfalls größtenteils ein vorwiegendes Nadelholzgebiet, mit Ausnahme der Überschwemmungsgebiete, der dem Walde wegen Geländeschwierigkeiten verbliebenen Endmoränen und der Bruchflächen. Daß aber in den Kiefernwaldungen des Ostens die Laubhölzer, besonders die Eiche, auf allen etwas anlehmigen oder auch nur frischeren Böden noch häufiger als Mischhölzer vorkommen, das bezeugen viele alte Grenzbeschreibungen durch Aufzählung von Eichen als Grenzbäume, ebenso alte Holztaxen und Forst-

¹ Eigilis: Vita St. Sturmii.

² Berg, v.: Geschichte der deutschen Wälder bis zum Schlusse des Mittelalters. Dresden 1891.

bereitungsprotokolle. An anderen Stellen werden aber auf lange Strecken hin nur Kiefern als Grenzbäume genannt. Es ist also sicher, daß es daneben auch schon damals große reine Kiefernwälder auf ärmeren trockenen Sanden gab.

So heißt es z. B. für die Große Pförtner Heide in der märkischen Lausitz 1688: „das meiste kurz Kiefernholz, gar wenig einzelne Fichten umb die Bruche und Seen und ist gar selten eine Eiche zu sehen“! Zahlreiche andere Urkunden bezeugen Ähnliches für gleichartige Standorte¹.

Aus den mit Laubholz gemischten Wäldern auf den besseren Böden aber verschwand dann das Laubholz teils durch rücksichtslosen Aushieb, teils durch den Verbiß des Weideviehs von Jahrhundert zu Jahrhundert immer mehr. Besonders scheint dieser Verlust im Osten die Eiche betroffen zu haben, weniger die Buche.

So war nach einer Zählung der haubaren Stämme in der Görde im Jahre 1777 der Anteil der Holzarten etwa folgender:

1777: Eiche 47 %, Buche 19 %, Birke und Aspe 25 %, Nadelholz 9 %.

1833 betrug der Flächenanteil des Nadelholzes schon rund 20 %.

1894: Eiche 9 %, Buche 3 %, Birke pp. 2 %, Nadelholz 86 %.

In der Mark Brandenburg betrug nach einer Statistik von 1809² der Flächenanteil der Holzarten:

Eiche 18 %, Buche 4 %, Eichen, Buchen, Kiefern gemischt 7 %, Erlen und Birken 16 %, reine Kiefern 58 %.

Im Jahre 1900 aber war das Verhältnis:

Eiche 2 %, Buche 2 %, Birke und Erle 2 %, Nadelholz 94 %.

In den westdeutschen Laubwaldgebieten und im unteren Gebirgswald vollzog sich dann ein ähnlich starker Rückgang des Laubholzes, hier besonders der Buche zugunsten der Fichte, in geringerem Grade auch zugunsten der Kiefer. So konnte ich auf Grund einer geschichtlichen Studie für den Nordwestharz feststellen³, daß der Flächenverlust der Buche an die Fichte zwischen 1700—1900 etwa 30 % betragen hat, und daß die Fichte dabei nicht nur als Mischholz in ehemals reine Laubholzbestände eingedrungen, sondern vielfach ganz an deren Stelle getreten war. Der Hauptverlust, der auch waldbaulich am schwersten wog, war der, daß die zahlreichen ehemaligen Buchen-Fichtenmischbestände am Harz nach 200 Jahren fast vollständig verschwunden waren und reinen Fichtenbeständen Platz gemacht hatten.

Die so in Ost und West anfangs stetig, zuletzt sogar sprungweise fortgeschrittene Verdrängung des Laubholzes durch das Nadelholz hat die verschiedensten Gründe gehabt. Teilweise, besonders bei der Eiche, war es der schonungslose Aushieb zur Nutzung ihres gesuchten Holzes, der sie aus den Buchenbeständen und im Osten auch aus den Kiefernbeständen verschwinden ließ. Ihre frühere fast ausschließliche Verwendung zum Bau der alten Fachwerkhäuser wurde zwar durch viele Verbote in den mittelalterlichen und späteren Forstordnungen eingeschränkt, aber das wurde dann durch den Schiffsbau- und Stabholzhandel, der Geld in die leeren Kassen bringen sollte, im 17. und 18. Jahrhundert reichlich wieder wettgemacht.

Daneben beginnt aber schon ziemlich frühzeitig in den Gebirgswaldungen mit gemischter Bestockung eine absichtliche Begünstigung des Nadelholzes wegen seines rascheren und geraderen Wuchses.

So finden sich z. B. im Harz, im Schwarzwald und Thüringer Wald schon im 16. und 17. Jahrhundert allerhand Vorschriften, die die Buche als „schadenbringende“ Holzart,

¹ Vgl. dazu Dengler: Die Horizontalverbreitung der Kiefer, S. 45 u. 76ff.

² Pfeil: Forstgeschichte Preußens. Leipzig 1839.

³ Dengler: Die Wälder des Harzes einst und jetzt. Z. f. Forst- u. Jagdwes. 1913. H. 3.

die den jungen Nadelholzanflug bedrängt, auszuhauen befehlen. Im Schwarzwald hat man sogar die stärkeren Buchenstangen über Weißtannenanflug durch Ringeln zur Saftzeit zum Absterben gebracht. Wie großen Umfang diese Maßregel dort angenommen haben mag, geht aus der Redensart der Waldarbeiter hervor: „Es geht ins Buchendörren!“¹

Noch mehr hat der Buche wohl der maßlose Köhlereibetrieb geschadet, der besonders die nur aus ihr zu gewinnende „harte“ Kohle suchte. Schließlich ist aber in der Hauptsache doch der durch die großen Übernutzungen und vielen Mißbräuche entstandene schlechte Waldzustand mit seinen vielen Laubholz-„Räumden“ und „Blößen“ die unmittelbare Veranlassung gewesen, diese mit dem leichter anzubauenden Nadelholz künstlich wieder aufzuforsten. Die Kulturmethoden dafür waren ja schon früh erfunden und sind hier und da schon im 16. und 17. Jahrhundert im Walde angewendet worden. Ihr voller Einsatz hat sich aber erst im Laufe des 18. Jahrhunderts vollzogen, in dem man dann bis ins 19. Jahrhundert hinein in größtem Umfange solche alten Blößen und Räumden in Nadelholz umwandelte. In der Neuzeit ist man dann noch weitergegangen und hat auch an sich noch leidlich bestockte, aber geringwüchsige Laubholzorte (sog. „buchenmüde“ Bestände) abgetrieben und in reines Nadelholz übergeführt. Die Bemerkung „Kahlabtrieb und Anbau mit Nadelholz!“ findet sich in den Betriebsplänen der vergangenen Jahrzehnte in den Laubholzrevieren Westdeutschlands in ständiger Wiederkehr. Sicher ist man dabei weit über das notwendige Maß hinausgegangen. Erst in der allerneuesten Zeit macht sich, gestützt auf die Erkenntnis und die Erfahrungen von den waldbaulichen Vorzügen des Laubholzes und des Mischwaldes ein gewisser Umschwung bemerkbar, der das Laubholz auf solchen Standorten nicht ganz verschwinden lassen will, sondern mindestens als Mischholz zwischen der Fichte und Kiefer zu erhalten sucht.

Einen Teil der Schuld an dem Rückgang des Laub- und Mischwaldes trägt aber ohne Zweifel auch der im 19. Jahrhundert einsetzende Kahlschlagbetrieb. Wenigstens ist die Erhaltung einer so frostgefährdeten Holzart wie der Buche im Jugendzustand auf der freien Fläche aufs äußerste gefährdet. Im östlichen Kiefernggebiet dürfte sie aber hierdurch trotzdem nicht allzuviel verloren haben, wie einzelne bestandesgeschichtliche Untersuchungen für die Lehrreviere Biesenthal² und Chorin³ gezeigt haben. Sie hat sich hier verhältnismäßig zäh durch Vorverjüngung im noch stehenden Altbestand, durch Stockausschlag und schließlich vor allem durch Wiedereinwanderung im Stangenholz des nachfolgenden Kiefernbestandes erhalten. Mehr hat durch den Kahlschlag wohl die Weißtanne im ehemaligen Mischbestand in Süddeutschland an die Fichte verloren.

In den in Kiefer umgewandelten ehemaligen Laubholzbeständen vollzieht sich neuerdings die Rückeinwanderung von Eiche und Buche sehr häufig und sehr leicht auf natürlichem Wege (durch Verschleppung der Samen durch Eichelhäher, Eichhörnchen und Mäuse). Sie wird dort auch durch die Forstwirtschaft neuerdings kräftig mittels künstlichen Unterbaues gefördert, so daß es hier kein unerreichbares Ziel zu sein scheint, daß alle diese verlorenen Posten des Laubholzes in absehbarer Zeit wenigstens für den Mischbestand wieder zurückgewonnen sein werden. Bei der viel unduldsameren Fichte im Westen wird das viel schwieriger sein.

Zusammenfassend kann man also sagen, daß sich das ursprüngliche Waldbild Deutschlands in der geschichtlichen Zeit durch Rodung, allgemein wirtschaftliche Verhältnisse und besondere forstliche

¹ Gerwig, F.: Die Weißtanne im Schwarzwald. Berlin 1868.

² Von Oberförster Dr. R. Hilf. Nur im Manuskript.

³ Von Oberförster A. Olberg. Nur im Manuskript.

Maßnahmen stark vom Mischwald zum Reinbestand, von Laubholz- zu Nadelholzbestockung verändert hat, so daß das ehemals geltende gegenseitige Verhältnis von vielleicht 2 : 1 sich heute etwa in 1 : 2 umgekehrt hat. Dabei hat die Eiche meist ihr Gebiet an Buche und Kiefer, die Buche an Fichte und Kiefer und schließlich die Tanne an die Fichte verloren.

8. Kapitel. Die Wald- und Holzartenverteilung in Deutschland und die einzelnen Waldgebiete.

Das Endergebnis des im vorigen Abschnitt geschilderten Entwicklungsganges liegt in dem neueren Stand der Waldfläche und der Beteiligung der einzelnen Holzarten an ihr vor. Wir wollen als Zeitpunkt hier die letzte Jahrhundertwende wählen, weil gerade um 1900 sehr umfangreiche forststatistische Erhebungen in Deutschland ausgeführt worden sind, und weil für die gegenwärtige Zeit die nötigen Unterlagen infolge der politischen Gebietsveränderungen nach dem Weltkriege noch fehlen. Für die Zwecke unsrer Betrachtung spielt die Wahl des etwas zurückliegenden Zeitpunkts auch keine Rolle, da sich Waldbestand und Waldcharakter in dieser kurzen Zeit nicht oder nur ganz unwesentlich geändert haben. Einen Überblick über den verschiedenartigen relativen Waldreichtum der einzelnen europäischen Länder vor dem Weltkrieg mögen die folgenden Zahlen geben:

Prozentuale Waldfläche.	
1. Finnland	über 50 % (?)
2. Schweden	40—47 %
3. Rußland ¹	35 %
4. Österreich	32 %
5. Ungarn	30 %
6. Bulgarien	28—30 % (?)
7. Deutschland	26 %
8. Norwegen	24 %
9. Schweiz	24 %
10. Rumänien	19—21 % (?)
11. Frankreich	18 %
12. Belgien	18 %
13. Italien	14 %
14. Spanien ²	10 %
15. Griechenland	9 %
16. Holland	8 %
17. Dänemark	8 %
18. Portugal	5 %
19. England und Irland	4 %

Ein Teil dieser Zahlen ist unsicher, da noch keine genauen Statistiken vorliegen oder auch die mit lockerem Busch- und Weidewald (Südeuropa) oder mit ebenso unproduktivem Sumpf- und Hochmoorwald (Nordeuropa) bedeckten Flächen teilweise mit zum Wald gerechnet sind. Unter Miteinbeziehung derartiger Flächen hätte z. B. Spanien fast ein doppelt so hohes Bewaldungsprozent, was aber pflanzengeographisch wie wirtschaftlich ein ganz schiefes Bild ergeben würde. Auch innerhalb einzelner Länder weist die Bewaldungsdichte auf sehr großen Gebietsteilen noch teilweise starke Abweichungen auf, wie z. B. in Rußland, wo dem ganz waldarmen bis waldlosen Süden der sehr dicht bewaldete Norden gegenübersteht. Ähnliche Gegensätze finden sich auch in Südeuropa zwischen den großen Tiefebene und den gebirgigen Landesteilen (Rumänien, Bulgarien, Ungarn).

Das durchschnittliche Bewaldungsprozent von Europa soll nach Weber³ etwa 30% betragen, wird aber bei Abrechnung aller nicht vollen Wald in unserm Sinn tragenden Flächen doch wohl einige Prozent tiefer liegen!

Man kann nach obiger Übersicht unter Berücksichtigung der Vollkommenheit des Waldzustandes und seiner gleichmäßigen Verteilung etwa zwei Gruppen bilden: eine mit genügender bis übergemügender Waldbestockung (waldreiche Länder) und eine mit ungenügender (waldarme Länder). Der Schnitt würde dann etwa hinter Frankreich zu machen sein. (Belgien hat eine sehr ungleiche Waldverteilung und im Verhältnis zu seiner starken Be-

¹ Ohne Finnland.

² Nach tatsächlich mit geschlossenem Wald bedeckter Fläche.

³ In Handb. d. Forstwissenschaft. 4. Aufl. Band I, S. 64.

Additional material from *Waldbau auf ökologischer Grundlage*,
ISBN 978-3-662-35401-8, is available at <http://extras.springer.com>



völkerung viel zu wenig Wald.) Deutschland steht, wie wir sehen, gut in der Mitte, und auch seine Waldverteilung ist im Verhältnis zu andern Ländern befriedigend. Auf der beigegebenen Karte (Tafel II) ist die Verteilung des Waldes und der Hauptholzarten nach den statistischen Erhebungen vom Jahre 1900 für den damaligen Umfang des Deutschen Reichs nach Unterbezirken dargestellt.

Diese Karte ist s. Z. von mir als Beigabe für die Schwappachsche Arbeit „Wald und Forstwirtschaft“ in dem großen Sammelwerk „Der Mensch und die Erde“¹ entworfen. Neuere Erhebungen werden neben den politischen Veränderungen auch wohl kleine Abweichungen in den Wald- und Holzartenflächen ergeben, aber nur so geringfügiger Art, daß sie in diesem Maßstab kaum zum Ausdruck gelangen würden. Das Bild von 1900 ist in großen Zügen sicher noch heute dasselbe geblieben und wird sich auch durch die weiter zu erwartenden Änderungen für die nächste Zukunft nicht merkbar ändern.

Die kartographische Darstellung gibt durch möglichst einfache Teilfiguren die Landesfläche der einzelnen Unterbezirke (rot umgrenzt) an ihrer geographischen Stelle wieder und in ihnen die gesamte Waldfläche (farbig gedeckt), so daß man überall durch den Vergleich der weißen mit der farbigen Fläche das Verhältnis von Wald- zu Nichtwaldfläche ablesen kann. Innerhalb der Waldfläche ist dann im jeweils oberen Quadrat die Laubwaldfläche, im unteren der Nadelwald im richtigen Flächenmaßstab dargestellt und in beiden wieder der Anteil der hauptsächlichsten waldbildenden Holzarten in verschiedenen Farben.

Wenn man auf der Karte zunächst die Verteilung von Wald- zu Nichtwaldfläche betrachtet, so wird man sofort die häufig verbreitete falsche Vorstellung von dem besonders großen Waldreichtum des Ostens fallen lassen müssen. Gerade umgekehrt ist es der mitteldeutsche Westen, der am stärksten bewaldet ist. Das Bewaldungsprozent beträgt dort in den meisten Bezirken über 30—40 % (Hessen, Pfalz, Hessen-Nassau und Rheinland). Umgekehrt liegt es im Osten meist unter oder knapp bei 20 % (Ostpreußen, Westpreußen, Posen und Pommern). Die geringste Bewaldung findet sich aber im Norden und Nordwesten im nordwestdeutschen Heidegebiet und auf der schleswig-holsteinischen Halbinsel. Hier bleibt das Bewaldungsprozent unter 10 zurück.

Wir sehen also, daß der Westen sich trotz des fruchtbareren Bodens und günstigeren Klimas und auch trotz älterer Besiedelung mehr an Wald erhalten hat. Das Ausschlaggebende ist hier die reiche Gebirgsgliederung gewesen. Auch verhältnismäßig niederes Bergland enthält immer schon viele steinige und flachgründige Böden und zu steile Hänge, als daß der Feldbau sich auf ihnen lohnen würde. Außerdem verbietet sich der Ackerbau weiter ab von den Dörfern und etwas höher hinauf wegen der Schwierigkeiten der Dunganfuhr bei meist schlechten Wegen. Einzelkarten mit farbig gedeckten Waldflächen aus solchen Gegenden lassen diese Zusammenhänge klar erkennen. Den niedrigen Bewaldungsziffern der östlichen und nördlichen Gegenden in Deutschland entspricht das Wegfallen dieser Hinderungsgründe für die Besiedelung und den Feldbau. Im einzelnen zeigt sich aber auch der Einfluß besserer Böden und drückt hier das Bewaldungsprozent noch weiter herunter. So sind z. B. die Weizen- und Rüben Gegenden in Sachsen, Schlesien und Pommern sehr waldarm. Dies hebt sich aber bei der Abgrenzung in größere Bezirke wie auf der Karte nicht mehr heraus.

Überblickt man dann weiter die Holzartenverteilung, so fällt sofort der große Unterschied der vorwiegenden Laubholzbestockung im ganzen

¹ Der Mensch und die Erde. Herausgegeben von H. Kraemer. Berlin: Deutsches Verlagshaus Bong & Co.

Westen gegen das starke Überwiegen des Nadelholzes im Osten in die Augen. Dabei ist zu bedenken, daß dieser Unterschied sogar ohne den Einfluß der forstlichen Wirtschaft noch viel stärker sein würde, da die gesamten Nadelholzflächen in Westdeutschland nördlich der Mainlinie und östlich vom Harz—Thüringer Wald fast ganz auf künstlicher Einführung von Kiefer und Fichte beruhen. Man kann also hier die Größe der Veränderung des Waldbildes durch den Menschen gewissermaßen graphisch dargestellt sehen. Die gesamte Laubholzfläche des deutschen Waldes betrug um 1900 rund 32 %, die des Nadelholzes 68 %.

Das Verhältnis der einzelnen Hauptholzarten stellte sich etwa folgendermaßen:

Kiefern	45 %	Eiche	7 %
Fichte	20 %	Tanne	3 %
Buche	14 %		

Der Rest von 11 % wird von Laubholzmischwald, Erlen, Birken u. a., gebildet.

Die Kiefer findet ihre Hauptverbreitung in der Mark, wo sie absolut (nach Größe der Fläche) wie relativ (im Verhältnis zu den andern Holzarten) ihr Maximum erreicht, das sich aber noch in die östlich und nördlich angrenzenden Bezirke Pommern, das ehemalige Westpreußen und Posen und den Liegnitzer Bezirk (Lausitz und Niederschlesien) fortsetzt.

Ein abseits gelegenes starkes Hervortreten findet sich dann noch südlich der Mainlinie in der Pfalz und in Franken. (Bez. H. Pf. und M.—OF.—OP. der Karte.) Im Westen klingt ihre Verbreitung sehr stark ab (künstliche Einführung). Auch im Nadelwald spielt sie dort neben der ebenfalls künstlich eingeführten Fichte doch eine mehr untergeordnete Rolle, besonders im Rheinland und in den westfälischen Bezirken Minden und Arnberg.

Die Fichte zeigt deutlich zwei Hauptverbreitungsgebiete, das eine im Nordosten in Ostpreußen, das andere im mittleren und südlichen Deutschland (Sachsen, Hildesheim—Braunschweig, Thüringen, Bayern, Württemberg und Baden). Auch in Schlesien und in einzelnen der westdeutschen Bezirke (Kassel, Arnberg) tritt sie noch stark hervor, trotzdem sie in den letzteren nur künstlich eingeführt wurde. Abgesehen davon hebt sich aber doch ihr natürliches Verbreitungsgebiet durch den sehr viel stärkeren Flächenanteil am Walde überall noch ziemlich scharf heraus.

Die Buche hat ihr Maximum in der Provinz Hessen-Nassau und den umgebenden Nachbarbezirken. Nach Osten hin ist eine rasche und starke Abnahme bis zu den minimalen Flächen in Schlesien, Posen und Westpreußen zu bemerken. Im Norden längs der Küste von Schleswig bis zum westlichen Ostpreußen (Bez. Königsberg) zeigt sich aber wieder deutlich eine starke Zunahme, so daß man sagen kann, daß ihre Maximalverbreitung von Westen aus in einem Flügel über Norden nach Osten hin ausklingt. Man kann hierin wohl die Wirkung des ebenso ausklingenden ozeanischen Klimas sehen, in welchem ja, wie wir früher sahen, der Schwerpunkt ihres europäischen Verbreitungsgebietes liegt.

Das Maximum der Eichenverbreitung liegt nahe bei der Buche, aber doch etwas westlich davon im Rheinland, Westfalen und den angrenzenden Bezirken. Der Abfall der Verbreitung nach Osten ist lange nicht so jäh und stark wie bei der Buche, auch zeigt sich hier kein Wiederschwellen in den Küstenlandschaften, was alles recht gut mit den biologischen Grundlagen übereinstimmt, die wir früher bei den natürlichen Verbreitungsgebieten besprochen haben. Es sind eben trotz der langen und weitgehenden Be-

einflussung durch den Menschen die natürlichen Züge des Waldbildes immer noch nicht ganz verwischt.

Die als Laubmischwald angegebene Fläche bezieht sich auf diejenigen Waldteile, in denen keine bestimmte Holzart vorherrscht. Sie dürfte in der Hauptsache wohl von Eiche, Buche, Hainbuche und Birke gebildet sein, da die andern Laubhölzer neben diesen kaum erheblich ins Gewicht fallen. Besonders reich an derartigen Flächen ist Süd- und Mittelwestdeutschland.

Die Weichhölzer Birke, Erle, Aspe, Weide spielen eine erhebliche Rolle nur im äußersten Nordosten. Hierin deutet sich in Ostpreußen bereits der Beginn des sarmatischen Waldcharakters an, wie dieser dann weiter östlich im Baltikum und in Rußland immer ausgeprägter zutage tritt.

Die Tanne hat nur in den 4—5 südlichsten Bezirken eine merkbare Verbreitung. Relativ am stärksten tritt sie in Elsaß-Lothringen auf.

Wenn man eine Einteilung Deutschlands in charakteristische Waldgebiete vornehmen will, dann wird man sich auf diese statistischen Verhältnisse stützen müssen, wird aber daneben doch auch noch einige andere Gesichtspunkte mit heranziehen, die für die einzelnen Gebiete bezeichnend sind. Selbstverständlich sind die Waldcharaktere der einzelnen Gebiete in sich niemals ganz einheitlich. Auch gehen sie an den Grenzen ineinander über. Trotzdem lassen sich solche besonderen Gebiete doch mehr oder minder deutlich voneinander unterscheiden. Die älteste und übersichtlichste Einteilung hat s. Z. B. Borggreve in seinem Lehrbuch der Holzzucht gegeben. Ich werde ihr mit einigen Abänderungen hier im allgemeinen folgen (vgl. die Karte Abb. 37).

1. Das nordostdeutsche Kiefernggebiet

umfaßt die Tiefebene östlich der Elbe und nördlich des Berg- und Hügellandes, das den sächsisch-schlesischen Gebirgen vorgelagert ist. Westlich der Elbe gehört noch die Altmark dazu. Fast überall ist die Kiefer der Hauptcharakterbaum, der hier große zusammenhängende Waldungen (die sog. Kienheiden) bildet und von Natur auf allen ärmeren und trockneren Böden in großen Reinbeständen auftritt. Eingesprengt findet sich noch heute auf mittleren Sandböden und fand sich früher noch häufiger die Eiche (Traubeneiche). Mit ihr, aber auch ohne sie, findet sich auch stellenweise die Hainbuche, meist indessen nur als Unterholz. Eine auf frischeren, feinkörnigen Sanden glücklicherweise noch weit verbreitete Waldform, neuerdings auch künstlich geschaffen oder wieder geschaffen, ist der Kiefernwald als Oberschicht mit Buche, Traubeneiche oder Hainbuche in mehr oder weniger starker Entwicklung als Unterschicht, die hier und da auch in die Oberstufe hineinwächst.

Auf den dem Wald verbliebenen Lehmböden, hauptsächlich in den Moränengebieten, treten überall Buchen- und Eichenbestände, im ganzen aber doch wenig umfangreich, auf.

Auf den das Gebiet in großen und kleinen Flecken durchsetzenden Brüchern stocken reine Erlenbestände (Schwarzerle).

Die Birke ist überall einzeln, an den Bruch- und Seerändern auch gürtelartig eingesprengt. Wo sie häufiger vorkommt, ist dies meist auf frühere Waldverwüstung zurückzuführen.

Hochmoore finden sich zwar nicht selten, aber meist nur auf kleineren Flächen. Sie tragen in der Mitte auf den höheren Stellen meist einen dürftigen bis krüppeligen Bestand von Kiefern und Birken.

Zahlreich ist im Kleinbesitz der meist durch Mißhandlung entstandene „Kiefernkusselwald“, mit niedrigen, buschartigen Kiefern, die oft keinen richtigen Bestand mehr bilden, sondern alle Übergangsstufen zum Ödland zeigen.

Von diesem Gebiet sind als besondere Untergebiete abzutrennen:

1a. Das nordostdeutsche Küstengebiet

von Mecklenburg bis Danzig. Die Kiefer ist zwar auch hier der Hauptwaldbaum, aber der Laubwald, insbesondere die Buche, nehmen einen viel stärkeren Anteil ein. Es besteht auch eine deutliche Neigung zu stärkerer Rohhumusbildung, besonders in Mecklenburg und Vorpommern (Ausklingen des nordwestdeutschen Heidegebietes, s. d.).

1b. Das ostpreußische Kiefern-Fichten-Gebiet

von Danzig bis zur Ostgrenze. Die Fichte tritt in starkem Umfang neben die Kiefer, die hier zwar ihr Optimum, aber nicht ihr Maximum findet. Neben



Abb. 37. Übersichtskarte der deutschen Waldgebiete.

Mischbeständen, in denen die Fichte nur als Unterstand vorkommt, finden sich auch solche, in denen sie mit der Kiefer gleichwüchsig ist, und schließlich auch reine Fichtenbestände größerer Ausdehnung.

Auf den niedrig gelegenen feuchten Lehm Böden (litauische Lehmreviere) bildet sich ein neuer, eigenartiger Waldtyp aus. Die Rotbuche fehlt, dagegen entwickelt sich ein artenreicher Mischwald, in dem neben Eiche (meist Stieleiche) und Fichte die Hainbuche, Esche, Birke, Aspe und Linde (*parvifolia*) in sehr reicher Einsprengung und hoher Vollkommenheit auftreten. Große Erlenwäldungen und in zunehmendem Umfange auch große Hochmoorbildungen. (Übergang zu osteuropäischen Waldformen.)

1c. Das ober-schlesische Kiefern-Fichten-Tannen-Mischgebiet.

Als neues waldbildendes Element tritt gegenüber 1b noch die Weißtanne hinzu. Alle drei Nadelhölzer bilden auf frischeren Böden schöne Mischbestände, meist mit der Kiefer als Hauptholzart. Diese bleibt auf trockneren

Sandböden allein herrschend. Der Typ der litauischen Lehmreviere mit ihrer bunten Mischung von Weichhölzern fehlt hier so gut wie ganz. Die Rotbuche tritt sehr spärlich und meist nur als Mischholz auf.

2. Das nordwestdeutsche Heidegebiet

umfaßt das Tiefland westlich der Elbe etwa bis zur Linie Gifhorn—Rehburg—Rheine und die schleswig-holsteinische Halbinsel. Es ist ein Gebiet, in dem Wald und Heide infolge des atlantischen Klimacharakters, der besonderen Bodenbedingungen und jahrhundertealter eigentümlicher Wirtschaftsverfahren (Heidschnuckenweide und Plaggenhieb) heute noch in einem gewissen Kampf liegen (vgl. S. 10).

Ursprünglich war der Wald fast reiner Laubwald, meist von Buche, aber auch Eiche (mehr Stieleiche) gebildet, die heute noch in verbissenen Stocksaußschlägen auf weiten Heideflächen sich als Überbleibsel findet (sog. Eichenkratt oder Eichenstühbusch). Kiefer und Fichte treten von Natur nur auf kleinen Enklaven im mittleren südlichen Teil des Gebietes auf, sind aber durch künstliche Kultur (Heideaufforstungen) jetzt weit verbreitet, so daß die Kiefer in einzelnen Teilen heute die Hauptholzart, meist allerdings erst in jüngeren Beständen, bildet. Die vereinzelt angebaute Weißtanne zeigt bis jetzt gutes Gedeihen. In jüngster Zeit ist auch die japanische Lärche vielfach eingeführt worden.

Es besteht große Neigung zu Rohhumusbildung. Die Nadelhölzer Kiefer und Fichte leiden viel unter Wurzelfäule, Rotfäule und Windwurf. Die waldbauliche Behandlung von Boden und Bestand ist sehr schwierig und umstritten.

Im Osten der schleswig-holsteinischen Halbinsel nehmen die Waldverhältnisse teilweise schon einen etwas anderen Charakter an (hohe und schöne Buchenbestände mit eingesprengten Eichen und auch Eschen).

3. Das niederrheinisch-westfälische Eichengebiet

umfaßt die Tief- und Hügellagen des Niederrheins und seiner Seitenzuflüsse in der Rheinprovinz bis Bonn hinauf und das westfälische Tiefland um Münster zwischen Haarstrang und Teutoburger Wald. Ein Gebiet mit meist nur kleinen Waldungen, ursprünglich nur Laubholz (meist Eiche), jetzt wegen der hohen Verwertung der Nadelhölzer zu Grubenholz (Nähe der Ruhrkohlenbergwerke) vielfach stark mit Kiefer und Fichte durchsetzt. Die Eiche (meist Stieleiche) zeigt besonders hervorragenden Wuchs und ist auch in prachtvollen alten Einzelbäumen und Gruppen um die Bauernhöfe herum der Stolz der Besitzer und ein Wahrzeichen der Gegend (ähnlich im südlichen Hannover).

4. Das westdeutsche Buchengebiet

umfaßt in der Hauptsache das Berg- und Hügelland der Provinz Hessen-Nassau, Oberhessen und die nicht in Gebiet 2 und 3 fallenden bergigen Teile von Hannover, Braunschweig, Westfalen und der Rheinprovinz. Es geht südlich etwa bis zur Mainlinie.

Die Buche ist auch heute noch die Hauptholzart und bildet in größtem Umfange rein oder vorherrschend ganze Waldungen. Die Eiche (von Natur meist Traubeneiche) tritt aber mehr oder minder reichlich eingesprengt auf, besonders in den unteren Lagen und auf den wärmeren südlichen Hängen. Hier und da finden sich auch reine Eichenbestände, meist künstlich aus früherer Zeit stammend (sog. Hute- oder Pflanzwälder).

Im Arnsberger Bezirk sowie an den Einhängen der Flußtäler von Rhein, Main, Mosel und der kleineren Seitenflüsse findet sich weit verbreitet der Eichen-niederwald, früher als Schälwald zur Lohegewinnung genutzt (Lohhecken). Dadurch bekommt der westliche Teil des Gebietes z. T. einen besonderen Charakter mit vorwiegender Eichenverbreitung. Als seltenere, aber bemerkenswerte Mischhölzer finden sich auch Bergahorn, Bergrüstern und Eschen, besonders auf Muschelkalk. Die Kiefer ist ursprünglich nur verstreut und selten auf einem schmalen Band zwischen Marburg bis Eisenach aufgetreten, deren heute noch erhaltene Reste recht gute Entwicklung, meist mit Laubholz gemischt, zeigen (z. B. Oberförsterei Wildeck im Kasseler Bezirk). Später ist sie, ebenso wie die Fichte, in weitestem Umfang auf sog. buchenmüden Standorten und auf Räumden und Lücken künstlich in reinen Beständen mitten im Buchenwald angebaut worden. Unter den älteren dieser Kiefernbestände findet sich aber schon vielfach wieder die Buche als Unterholz ein.

5. Das mitteldeutsche Fichtengebiet

umfaßt die Gebirgslagen der schlesischen und sächsischen Gebirge z. T. bis in die Vorberge hinein, den Thüringer Wald und den Harz, letztere beide nur in den mittleren und oberen Lagen, während die unteren mehr zu Gebiet 4 gehören.

Hier bildet die Fichte bis zur oberen Waldgrenze die Hauptholzart. Vom Glatzer Bergland im Südosten bis zum Thüringer Wald im Nordwesten ist ihr heute nur noch recht spärlich, ursprünglich wohl überall reichlicher, die Weißtanne im unteren Teil beigesellt. Im Harz fehlt diese von Natur. Die Rotbuche tritt als Einzelmischholz aber auch gelegentlich (besonders auf kalkreicheren Gesteinsarten) in kleinen Beständen im unteren Teil des Fichtengürtels eingesprengt auf, und zwar von Ost nach West (Schlesien nach Thüringen) mit zunehmender Häufigkeit. Tanne und Buche sind in diesem Gebiet durch den seit lange bestehenden Kahlschlagbetrieb sehr stark zurückgedrängt.

6. Das rheinhessisch-pfälzische Kiefern-Buchengebiet

umfaßt die in der Rheinebene liegenden Teile von Hessen und die bayerische Rheinpfalz. Ursprünglich fast reines Laubwaldgebiet von Buche und Eiche mit nur stellenweise (Rhein \times Mainebene) etwas stärkerem Auftreten von Kiefer, hat sich dieses kleine Gebiet durch den später sehr geförderten Anbau dieser Holzart stark in seinem Waldcharakter geändert, so daß sich Kiefer und Laubholz heute ungefähr die Wage halten. Neben reinen Beständen von Kiefer finden sich viele Mischbestände, besonders in der hessischen Rheinebene mit Kiefer im Oberholz und Laubholz im Unterstand. Die Kiefer zeigt hier raschen, aber vielfach krummen Wuchs, Grobholzigkeit und Ästigkeit (sog. Darmstädter oder Pfälzer Kiefer). In der bayerischen Pfalz finden sich infolge Streunutzung auf armem trockenem Buntsandsteinboden bei starkem Heidewuchs vielfach vollständig kümmernde und stockende Kiefernbestände, die für die waldbauliche Behandlung äußerst schwierige Verhältnisse darbieten¹.

Das ganze Süddeutschland südlich des Mains und östlich des Rheins hat Borggreve als süddeutsches Tannen-Fichten-Gebiet zusammengeschlossen. Das erscheint aber mit Rücksicht auf die natürlichen Verbreitungsverhältnisse der

¹ Vgl. Rebel: Waldbauliches aus Bayern Bd. 1, S. 89. 1922.

Holzarten und die zum Teil recht großen standörtlichen Unterschiede doch wohl zu weitgehend und grob.

Vorweg ist hier auszuscheiden:

7. Das süddeutsche Laubholzgebiet.

Es erstreckt sich vom Odenwald im Westen bis zum Steigerwald im Osten und von der Mainlinie im Norden bis zur Schwäbischen Alb im Süden, umfaßt also in der Hauptsache das hessische Bergland (Odenwald), das bayerische Unterfranken und das württembergische Stromgebiet des Neckar bis hinauf ins Gebiet des Schönbuch und die Schwäbische Alb. Es ist von Natur ein fast abschließliches Laubholzgebiet mit Buche und Eiche als Hauptholzarten. Kiefer, Fichte und Tanne kommen ursprünglich wohl nur stellenweise in ganz untergeordnetem Maße vor (so z. B. die Kiefer in einzelnen Teilen des Odenwaldes, Fichte und Tanne im Jagstkreis), fehlen aber von Natur im größten Teil des Gebietes ganz, während sie heute, durch forstliche Kultur überall eingeführt, auch hier vielfach an Stelle des ehemaligen Laubholzes getreten sind, ohne dieses jedoch in seiner vorwiegenden Stellung im Landschaftsbild im ganzen zu verdrängen. Das Gebiet ist gewissermaßen nur eine Fortsetzung des westdeutschen Buchengebietes (4) südlich der Mainlinie.

Den übrigen Teil des süddeutschen Fichten-Tannen-Gebiets kann man vielleicht zweckmäßigerweise in folgende drei Unterabschnitte gliedern:

8a. Das fränkisch-oberpfälzische Fichten-Kiefern-Tannen-Mischgebiet

zwischen Frankenhöhe im Westen und Böhmerwald im Osten und vom oberen Main im Norden bis zur Donau im Süden. Hier herrscht teils die Fichte mit der Tanne, teils die Kiefer vor, letztere besonders auf den ärmeren und trockenen Keupersanden (Erlangen, Nürnberg), die ersteren beiden auf allen frischeren und kräftigen Böden. Daneben finden sich viele Mischbestände aller drei Nadelhölzer und auch solche mit Laubholz, insbesondere der Buche. Ähnlich wie der Landschaftscharakter durch die vielen Höhenzüge und kleinen Gebirge stark gegliedert ist, wechselt auch das Waldbild. Je nach Höhenlage und Gesteinsart schiebt sich bald die eine, bald die andere der drei Nadelholzarten, stellenweise auch das Laubholz, mehr in den Vordergrund. Im ganzen aber stellt es doch ein echtes und rechtes Mischwaldgebiet dar.

8b. Das schwäbisch-bayrische Fichtengebiet

umfaßt im wesentlichen die schwäbisch-bayrische Hochebene südlich der Donau mit den Randgebirgen des Bayrischen Waldes und der Bayrischen Alpen. Das Klima ist hier bedeutend rauher. Die Fichte tritt überall stark in den Vordergrund und macht heute etwa 80% der Waldfläche aus. Die Tanne kommt zwar im südlichen und östlichen Teil (besonders in den Randgebirgen) reichlicher beigemischt vor, fehlt aber im zentralen Teil (um München) und im nördlichen Teil nach der Donau zu ganz oder fast ganz. Die Laubholzarten, besonders die Buche, sind auch hier nachweislich durch die Kultur stark zurückgedrängt worden, haben aber doch wohl stets eine geringere Rolle gegenüber den Nadelhölzern gespielt. Verhältnismäßig reichlich tritt an vielen Orten die Birke auf. Charakteristisch für das kalte Klima und die Hochflächenlage sind auch größere Hochmoorbildungen (Filze oder Möser) mit der Spirke (aufrechte Form der Bergkiefer). Die gewöhnliche Kiefer tritt mit der Fichte zusammen und auch gelegentlich bestandsweise vorherrschend in

meist schönen, geradwüchsigen Formen auf, ist aber im ganzen nicht häufiger wie Tanne und Buche. Die Fichte ist jedenfalls fast überall tonangebend.

8c. Das badisch-württembergische Fichten-Tannen-Buchengebiet, vom Rheintal im Westen bis etwa zur Iller im Osten und von den Ausläufern des Schwarzwaldes im Norden bis zum Rheinknie und Bodensee im Süden. Den Kern des Gebietes bildet der Schwarzwald selbst. Je nach der Höhenlage und sonstigen örtlichen Unterschieden tritt bald mehr die Fichte, bald die Tanne, in den unteren Lagen die Buche hervor. Es finden sich viele prachtvolle Mischbestände besonders von Fichte und Tanne, aber auch solche von diesen beiden Arten mit der Buche zusammen. Die Kiefer tritt zwar meist nur einzeln eingesprengt, aber in sehr schönen, lang- und geradwüchsigen Formen (süddeutsche Höhenkiefer, Schwarzwaldkiefer) auf. In den unteren, mildereren Lagen herrscht das Laubholz (Buche mit Eiche, Ahorn, Esche und Rüster) in bunter Mischung und in alten mittelwaldartigen Formen vor. An den wärmsten und geschütztesten Stellen (untere Rheinhänge und Bodenseegebiet) gedeihen auch schon alle empfindlicheren ausländischen Holzarten im Walde. Das Gebiet zeigt dort schon ausgeprägten Castanetum-Charakter.

9. Das elsässisch-lothringische Buchen-Tannen-Gebiet

umfaßt das linksrheinische, jetzt von Deutschland abgetrennte Gebiet der ehemaligen Reichslande. Die Fichte fehlt von Natur im lothringischen Teil ganz, in den elsässischen Vogesen tritt sie nur in geringem Umfang auf. Ganz Lothringen und die unteren bis mittleren Lagen des Elsaß sind vorwiegend Laubholz (Buche mit Eiche). In den wärmsten Lagen hat sich auch die Eßkastanie eingebürgert. In den höheren Lagen (Vogesen) wird die Tanne herrschend und zeigt hier optimales Verhalten, ohne die Buche in dessen ganz auszuschließen, die hier grenzbildend sogar bis zu den Kammhöhen aufsteigt. In der Rheinebene treten einzeln auch Eiche und Kiefer bestandsbildend auf (Heiliger Wald von Hagenau).

10. Das Auewaldgebiet

umfaßt, alle vorigen Gebiete aderartig durchsetzend, die ehemaligen oder noch jetzigen Überschwemmungsgebiete der großen deutschen Ströme (Weichsel, Oder, Elbe, Weser, Rhein, Donau) und ihrer Seitenströme (Havel, Mulde, Saale, Main u. a.), soweit deren fruchtbare Schlickböden nicht längst von der Landwirtschaft in Anspruch genommen sind.

Diese Auewälder zeigen von Ost nach West und von Nord nach Süd einen recht einheitlichen Charakter, bezeichnet durch das völlige Fehlen aller Nadelhölzer und der Rotbuche, während die Eiche (von Natur fast nur Stieleiche) mit Esche und Rotrüster einen bunten Mischwald bilden, in dem auch vielfach Pappeln, Weiden, Erlen, Birken, Ahorne und wilde Obstbäume eingesprengt sind, und in dem eine stark entwickelte Unterschicht von allerlei Sträuchern, Gräsern und Kräutern auftritt, so daß dieser Wald noch am ehesten von allen unseren Formen dem Bild des ganz von Grün erfüllten tropischen Regenwaldes nahekommt, zumal auch Efeu, wilder Hopfen, Waldrebe und rankendes Geißblatt den Typ der Lianen vertreten. Die reiche Schichtung ist aber zweifellos auch auf Rechnung des hier noch lange herrschenden Mittelwaldbetriebes zurückzuführen.

Zweiter Abschnitt. Der Einfluß der Lebensbedingungen auf den Wald und die einzelnen Holzarten¹.

Vorbemerkungen.

In der Natur wirken alle Lebensbedingungen als Gesamtheit auf die Pflanzenwelt ein. Wenn auch nur eine ganz fehlt, ist Leben nicht möglich. Die Wirkung im ganzen wird aber auch dann in hohem Maße beeinflußt, wenn einer der Faktoren, obwohl zum Leben noch hinreichend, in ungünstiger Form oder in geringer Menge auftritt. Liebig begründete darauf, hauptsächlich vom agrikulturchemischen Standpunkt aus (Menge der verschiedenen Mineralstoffe im Boden), das sog. Gesetz des Minimums: Maßgebend für die Produktion ist der im Minimum vorhandene Faktor der Pflanzenernährung. In der Folge hat man dann dieses Gesetz auch auf die andern Lebensfaktoren übertragen. Neuerdings hat Mitscherlich² bestritten, daß nur der Faktor im Minimum bestimmend ist und hier eine Reihe von andern Beziehungen gefunden, die etwa in folgenden Sätzen zusammenzufassen wären: Jeder Faktor wirkt „1. nach Maßgabe der ihm für die Pflanzen zukommenden Bedeutung (Wirkungswert), 2. seiner jeweiligen Optimumferne (in Minimumnähe starke ertragsteigernde Wirkung, in Optimumnähe schwache) und 3. des Niveaus der andern Faktoren“³. Die Stellungnahme der Wissenschaft zu diesen Thesen ist wohl noch nicht endgültig abgeschlossen. Jedenfalls zeigen aber alle auf Grund exakter Versuche gewonnenen Ergebnisse, wie verwickelt die Wirkung der Einzelfaktoren und wie schwer sie zahlenmäßig festzustellen ist. Wir werden uns vorläufig vielfach damit begnügen müssen, nur die Art und die Richtung ihrer Wirkung kennenzulernen.

9. Kapitel. Die Wärme.

Allgemeines über Wärmewirkung. Ob und in welchem Maße die Pflanze die von außen kommende Wärme als Kraftquelle benutzt und in Arbeit oder Stoff umsetzt, ist in der Pflanzenphysiologie (im Gegensatz zum Licht) heute noch ungeklärt. Daß aber ein gewisses Maß von Wärme zum Leben überhaupt notwendig ist, ist bekannt, ebenso auch, daß dieses Maß sehr verschieden bei den einzelnen Arten ist. So kommen niedere Lebewesen noch bei sehr tiefen Temperaturen unter 0° fort, höhere, wie unsere Holzarten, brauchen schon eine erheblich größeres Maß. Experimentelle Untersuchungen liegen wegen der Schwierigkeit der Versuchsanstellung meist nur für krautige Kleinpflanzen vor. An diesen hat man gefunden, daß sich überall drei Kardinalpunkte ergeben: ein Minimum, bei dem das Leben oder die Lebensäußerungen beginnen, ein Optimum, bei dem sie ihren Höhepunkt erreichen, um darüber hinaus wieder abzufallen, und ein Maximum, bei dem sie wieder aufhören bzw. Starre oder Tod eintreten. Die Lage dieser Kardinalpunkte ist aber für die einzelnen

¹ Hauptsächlichste Literatur: Außer den schon bei Abschnitt I angeführten Werken von Schimper, Warming, Rübel, Walther, Mayr, Rubner und Morosow die neueren Werke über Pflanzenphysiologie, besonders Benecke-Jost: Pflanzenphysiologie, 4. Aufl. Jena 1924. — Ferner: Lundegårdh, H.: Klima und Boden in ihrer Wirkung auf das Pflanzenleben. Jena 1925. — Rein forstlich: Heß, R.: Die Eigenschaften und das forstliche Verhalten der wichtigeren in Deutschland vorkommenden Holzarten, 3. Aufl. Berlin 1905.

² Mitscherlich: Bodenkunde, 3. Aufl. 1920.

³ Zitiert nach Schmidt: Neue Untersuchungen zum Kohlensäureproblem. Z. f. Forst- u. Jagdwes. 1923, S. 536.

Äußerungen des Lebens: Assimilation, Atmung, Verdunstung und Wachstum verschieden. In ganz groben Zahlen liegen diese Werte für die Assimilation bei den höheren Pflanzen etwa zwischen 0—5° (Minimum), 25—30° (Optimum) und 40—50° (Maximum). Wie die entsprechenden Werte für die Tätigkeit der Wurzeln liegen, die ja im meist viel kühleren Boden leben und arbeiten müssen, ist nicht näher bekannt. Die Kurven verlaufen aber für dieselbe Funktion bei sonst gleichen Bedingungen oft in sehr unregelmäßigem Anstieg und Abfall und werden bei Veränderungen der andern Bedingungen, z. B. des Lichtes oder des Kohlensäuregehaltes, sogar gänzlich verschoben (vgl. hierzu Abb. 38).

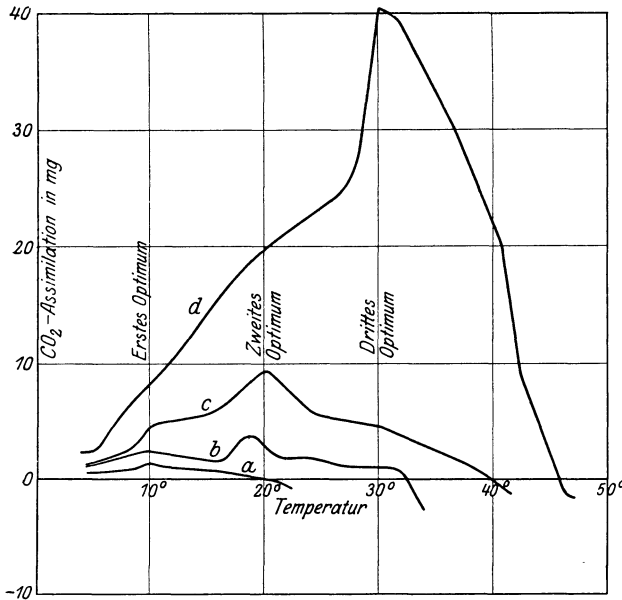


Abb. 38. Die Abhängigkeit der CO_2 -Assimilation von Temperatur, Licht und CO_2 -Konzentration. *a* sehr schwaches Licht, sehr niedrige CO_2 -Konzentration (theoretische Kurve); *b* $\frac{1}{25}$ Licht, 0,03 % CO_2 ; *c* $\frac{1}{2}$ Licht, 0,03 % CO_2 ; *d* $\frac{1}{2}$ Licht, 1,22 % CO_2 . Nach Lundegårdh. Die Assimilationskurven zeigen nicht nur verschiedene Höhe, sondern auch ganz verschiedene Lage des Optimums je nach der verschiedenen Stärke von Licht, Kohlensäure und Temperatur. Bei vollem Licht und hohem Kohlensäuregehalt (*d*) findet das Optimum der Assimilation erst bei 30° statt, bei vollem Licht und gewöhnlichem Kohlensäuregehalt (*c*) etwa bei 20°, ein zweites schwächeres Optimum bei etwa 10° usw.

aturen im Schatten und auch diese nur in Mittelwerten (morgens, mittags, abends) angeben. Für die Pflanze im Freiland, auch für das dem freien Himmel zugewendete Kronendach des Waldes kommt aber die erheblich höhere und sprunghaft wechselnde Strahlungswärme in Betracht. Es ist auch für unsere Holzarten vorläufig noch völlig unbekannt, bei welcher Steigerung der Temperatur das Optimum für die Stoffherzeugung überschritten wird, indem dann die Atmung die Assimilation übersteigt (sog. Kompensationspunkt) oder die gesteigerte Verdunstung zum Verschuß der Spaltöffnungen und damit zum Aufhören der Assimilation führt.

Versuche zur Berechnung der Wärmewirkung. Die Versuche, trotzdem zu einer zahlenmäßigen Erfassung der Wärmewirkung bei unsern Holzarten zu kommen, sind zahlreich und bis in die Neuzeit hinein fortgesetzt worden. Sie führen aber trotz einzelweiser scheinbar guter Übereinstimmung bei weiterer Nachprüfung meist zu Widersprüchen.

Es muß nach diesen Untersuchungen, deren Ergebnisse wohl allgemeiner Natur sein dürften, und die auch für die meisten, wenn nicht alle übrigen Faktoren Geltung haben werden, ziemlich aussichtslos erscheinen, daß wir jemals zu einer zahlenmäßigen Bestimmung dieser Kardinalpunkte aus Beobachtungen und Messungsergebnissen in der freien Natur gelangen können, wo alle Faktoren in den mannigfachsten Kombinationen miteinander auftreten und fast niemals ein Faktor, z. B. die Wärme, sich allein ändert, sondern damit fast immer auch andere, wie z. B. Licht, Feuchtigkeit, Humuszersetzung u. a. Es kommt hinzu, daß die von der Meteorologie gelieferten Temperaturzahlen für pflanzenphysiologische Zwecke sehr ungeeignet sind, da sie nur die Lufttempe-

Ganz ungenügend ist die Angabe einer Jahresdurchschnittstemperatur, da in einem derartig verwaschenen Mittelwert wichtige wärme-klimatische Verhältnisse gar nicht zum Ausdruck kommen. Ein kühler Sommer und milder Winter können dasselbe Mittel ergeben wie ein warmer Sommer und kalter Winter.

So haben z. B. Irland und Odessa die gleiche Jahrestemperatur von 10° . In Irland reift aber wegen des kühlen Sommers der Wein nicht mehr, dagegen halten wegen des milden Winters Fuchsien, Kamelien und sogar Palmen im Freien aus. In Odessa erfriert schon der Efeu im strengen Winter, dagegen reifen wegen des heißen Sommers dort noch Trauben und Melonen!

Nicht viel besser ist die früher viel versuchte Berechnung von Wärmesummen, d. h. die Addition sämtlicher Tagesmittel über 0° im Jahre zu einer Gesamtsumme. Hier kann eine Mehrzahl von niedrigeren Tagesmitteln, wie sie dem ozeanischen Klima entsprechen, dieselben Werte ergeben wie eine Minderzahl mit hohen Mitteln (kontinentales Klima). Wo bei derartigen Berechnungen eine scheinbar leidliche Übereinstimmung mit den Arealgrenzen gefunden wurde, da hat es sich entweder nur um einzelne zufällig passende Punkte gehandelt, und bei Nachprüfung an anders gelegenen Grenzpunkten hörte die Übereinstimmung auf, oder die Arealgrenzen waren nicht richtig angenommen.

H. Mayr hat in seinem Waldbau als besten Maßstab zur Beurteilung der Wärmeansprüche unsrer Holzarten die Mitteltemperatur der vier Hauptvegetationsmonate (auf der nördlichen Halbkugel Mai—August) angegeben und dies als „Tetratherme“ bezeichnet. Als Minimum für die Existenz des Waldes überhaupt hat er eine Viermonatsmitteltemperatur von mindestens $+10^{\circ}$ C berechnet. Mayr bezeichnet diese als Horotherme (Wärmegrenze des Waldes). Brockmann-Jerosch¹ hat diese Zahl für die Alpen an drei Stellen nachgeprüft, kommt aber zu drei ganz verschiedenen Viermonatsmitteln von $5,4^{\circ}$, $6,9^{\circ}$ und $7,7^{\circ}$!

Selbst wenn durch die verschiedene Auffassung beider Autoren (Waldgrenze bei Mayr = „Ansiedlung von Bäumen von mindestens 8 m Höhe“ und Baumgrenze bei Brockmann-Jerosch = Auflösung des Waldes in Gruppen und Einzelbäume von mindestens 5 m Höhe) ein geringes Tieferliegen der Mayrschen Linie anzunehmen wäre, so würde das niemals die Abweichung auch nur annähernd erklären können. Da die Temperaturzunahme auf 100 m Erniedrigung nur $0,5$ — $0,6^{\circ}$ beträgt, würde die Mayrsche Horotherme 400—800 m tiefer liegen. Dort steht aber überall noch hochstämmiger Wald.

Unter Vegetationstherme hat Mayr die durchschnittliche Temperaturkonstante verstanden, die jede Holzart zu ihrem Gedeihen während ihrer besonderen Vegetationszeit brauchen soll, nämlich vom Vegetationsbeginn (d. h. Austreiben) bis zum Vegetationsschluß (d. h. Abschluß des Dickenwachstums). Diese Zeit könne im Minimum $1\frac{1}{2}$ Monate betragen, aber auch länger dauern. Nur müsse in jedem Fall die Durchschnittstemperatur gleich der berechneten sein. So gibt Mayr für die Lärche die Konstante von 14° an. Wo diese nur in $1\frac{1}{2}$ Monaten erreicht wird, soll das Minimum liegen, bei einer Durchschnittstemperatur von 14° während $3\frac{1}{2}$ Monaten das Optimum, bei 14° für 7 Monate höre die forstliche Brauchbarkeit auf.

Mayr hat nirgends die Unterlagen für diese Berechnung gegeben. (Ganz unsicher ist z. B. die Bestimmung des Vegetationsschlusses. Wie will man ohne wochenlange Entnahme zahlreicher Bohrspäne das durchschnittliche Aufhören des Dickenwachstums feststellen?) Seine Vegetationsthermen, die er schätzungsweise auch für Fichte mit 14° , Buche mit 16° , Stieleiche mit 17° angibt, entziehen sich jeder kritischen Nachprüfung. Für die Lärche stimmen sie beim Minimum schon ganz sicher nicht, da Mayr selbst als Vegetationszeit an der oberen Grenze in den Alpen Mitte Juni bis Anfang August angibt, der Juli dort aber nur $7,8$ — 10° beträgt.

¹ Brockmann-Jerosch: Baumgrenze und Klimacharakter, S. 21. Zürich: Rascher & Co.

In neuester Zeit hat Oelkers¹ aus dem an sich richtigen Gedanken heraus, daß man vom Standpunkt der Wirtschaftlichkeit beim Anbau möglichst nur diejenigen Holzarten wählen solle, welche nach Klima und Boden optimale Leistungen versprechen, die Bedingungen für dieses Optimum zu berechnen gesucht, indem er aus den forstlichen Versuchsflächen, die zur Aufstellung der einzelnen Ertragstafeln gedient haben, diejenigen mit den Bestleistungen (I. und II. Bonität) herausgesucht und deren Standortsfaktoren durch umfangreiche Rechnungen festzustellen gesucht hat. Für die Wärmeansprüche hat er die durchschnittliche Temperatur der Vegetationszeit (t_v) berechnet. Als Vegetationszeit ist von ihm die Zeit zwischen Erstfrühling und Spätherbst nach den 10-jährigen forstlich-phänologischen Beobachtungen der deutschen forstlichen Versuchsanstalten angenommen. Die für das Optimum von Oelkers gefundenen Temperaturwerte liegen aber für verschiedene Holzarten, deren Wärmeansprüche sicher sehr verschieden sind, so nahe beieinander, daß auch die Zuverlässigkeit dieser Methode unzureichend erscheint. So z. B. für Eiche und Birke bei der gleichen Vegetationszeit von 165 Tagen: $Ei = 14,2^0 \mp 0,7$ und $Bi = 14,3^0 \mp 0,6$. Nach allen forstlichen Erfahrungen und Beobachtungen findet aber die Birke ihr Optimum in Ostpreußen und darüber hinaus im Norden und Osten, die Eiche aber in Westdeutschland und darüber hinaus in noch viel wärmeren Lagen. Ebenso muß es stutzig machen, wenn Oelkers selbst zugibt, daß seine Berechnungen z. B. „keinen klimatischen Unterschied zwischen Buche und Lärche“ ergeben, trotzdem z. B. in Gegend, wo beide Arten wie in den Alpen in optimalen Leistungen vorkommen, die Standorte doch immer weit voneinander getrennt liegen. Auch Hausrath² hat daher das Verfahren als nicht brauchbar bezeichnet.

Der Grund liegt vor allem darin, daß die Optimalleistungen in der Natur durch die verschiedenartigsten Kombinationen aller Faktoren bedingt werden, die sich gegenseitig ersetzen und ergänzen können (vgl. oben die Ergebnisse von Lundegårdh). Das Zustandekommen von Optimalleistungen hängt oft weniger vom Klima als vom Boden und besonders von der Bodenfeuchtigkeit ab, die örtlich stark wechselt. Auf so kleinen Flächen, wie es die Ertragsprobenflächen sind, können Verschiedenheiten auf kleinstem Raum oft die allgemeinen klimatischen Grundlagen ganz verschieben und verdecken. Wenn man z. B. in der Oelkerschen Arbeit findet, daß solche Flächen mit Optimalleistungen bei der Eiche sowohl in Viernheim und Lorsch (Rheinebene) wie in Lindenberg und Wirthy (Westpreußen), für die Fichte sowohl in Ostpreußen wie bei Tübingen liegen, so könnte man eher versucht sein, den Wärmeverhältnissen gar keine Rolle zuzuerkennen, was aber sicher auch wieder nicht richtig wäre!

Die natürlichen Verbreitungsbezirke der einzelnen Holzarten, insbesondere ihre unverkennbar gleiche Zonenbildung übereinander in unsern Gebirgen sprechen deutlich für eine bestimmte wärme-klimatische Wirkung. Dabei geben die äußeren Grenzen mehr das Minimum und Maximum, die Häufigkeit des Vorkommens von besonders guten und vollkommenen Beständen in größeren Gebieten mehr das Optimum an. Es finden sich freilich auch bei dieser Betrachtungsweise im großen noch manche Unstimmigkeiten und Zweifel, aber sie eliminiert doch mehr die Zufälligkeiten, die bei kleinen Einzelflächen immer störend auftreten müssen.

Sicher ist nicht nur die durchschnittliche Menge bzw. Höhe der Wärme während der Vegetationszeit, sondern auch deren Dauer gerade bei den Holzgewächsen von einem gewissen Einfluß, da der Vorgang der Verholzung eben eine gewisse Zeit braucht (nach Mayr im Minimum $1\frac{1}{2}$ Monat?). Auch eine zu lange Vegetationszeit kann aber schädlich werden,

¹ Oelkers: Standort und Holzart. Festschrift z. Feier d. Einführung d. neuen Hochschulverfassung an d. seitherigen Forstakad. H.-Münden. Frankfurt a. M.: Sauerländer 1924.

² Bericht über die 60. Hauptversammlung d. bad. Forstver. 1926, S. 11.

indem die Jahrestriebe immer weiterwachsen und dann unverholzt von den ersten Herbstfrösten getroffen werden, wie das z. B. fast regelmäßig bei der Akazie (*Robinia pseudacacia*) und bisweilen auch bei lange treibenden Eichen (Johannistriebe), bei der grünen Douglasie, sowie bei üppig ernährten Jungkiefen im Saatkamp geschieht.

Auch die Verteilung der Wärme über das Jahr hin (kontinentaler und ozeanischer Klimatyp) spielt nach unsern früheren Betrachtungen doch wohl eine große Rolle.

Durch diese in der freien Natur ungemein vielfältig wechselnden Verhältnisse, die durch lokale Lage (Klima auf kleinstem Raum) sehr stark beeinflußt werden können, entzieht sich nach meiner Überzeugung und der vieler anderer Pflanzenökologen (z. B. Walther, Lundegårdh, Rubner u. a.) die zahlenmäßige Bestimmung des Wärmefaktors für die einzelnen Pflanzenarten vorläufig nach jeder zuverlässigen Berechnung!

Wärmeextreme. Was die Wärmeextreme anlangt, so ist ein tödliches Maximum bei uns wohl überall ausgeschlossen. Wo bei Hitze ein Welken oder Eingehen ganzer Pflanzen stattfindet, ist es meist auf Überverdunstung und Trocknis zurückzuführen. Bei starker Besonnung erhitzen sich allerdings feste Gegenstände an ihrer Oberfläche sehr stark über die Lufttemperatur. So hat man an Baumrinden auf der besonnten Südwestseite 45—55° gemessen¹. In solchen Fällen tritt bei glattrindigen Bäumen wie Buche, Hainbuche, Esche u. a. leicht Rindenbrand ein, bei dem die Rinde abstirbt und sich später loslöst. Auf noch höhere Erhitzung der freien Bodenoberfläche bis zu 54° und 60° soll der von Mayr, Münch und Ramann beobachtete Hitzetod von jungen Keimpflanzen zurückzuführen sein, deren Stengel sich gerade an der Austrittsstelle aus der Erde bräunten und abstarben².

Auch winterliche Minima pflegen bei uns sehr selten ein Erfrieren von Teilen unsrer Waldbäume hervorzurufen. Gewöhnlich spielt auch hierbei die Verdunstung bei scharfen Ostwinden und heiterem Himmel eine größere Rolle als die tiefe Lufttemperatur, wie man unter anderem auch daran erkennen kann, daß vielfach nur die dem Wind oder der Sonne ausgesetzten Seiten Frosterscheinungen zeigen. Es erfrieren bei uns im Freiland in sehr kalten Wintern gelegentlich Eibe, Weißtanne, grüne Douglasie, meist allerdings nur teilweise, von Laubhölzern vor allem die Nußbäume und manche Obstsorten. Unsere immergrünen Holzgewächse zeigen ein solches Erfrieren öfter und umfangreicher (bis auf den Wurzelknoten), z. B. Efeu, Hülsenstrauch, Besenginster, ja sogar auch das Heidekraut³. Eine sehr häufige Frosterscheinung im Walde ist der im Frühjahr auftretende Spätfrost (Maifrost), der die gerade in der Entfaltung stehenden Triebe und Blätter trifft. Da diese Fröste meist durch nächtliche Wärmeausstrahlung vom Boden aus entstehen, so ist die Frostgefährdung dort am größten und nimmt nach oben ab, bis in der Regel bei 1—3 m die sog. Frostgrenze überschritten ist, so daß meist nur der Jungwuchs erfriert. Jede Herabsetzung der nächtlichen Ausstrahlung durch leichte Bewölkung des Himmels, aber auch durch einen lockeren Schirmbestand, verringert die Spätfrost-

¹ Vonhausen: Allg. Forst- u. Jagdztg. 1873, S. 8. — Hartig, R.: Lehrbuch der Pflanzenkrankheiten, 3. Aufl., S. 228. 1900.

² Mayr, H.: Waldbau, 2. Aufl., S. 88. — Münch: Hitzeschäden an Waldpflanzen Naturwiss. Z. f. Forst- u. Landw. 1913, H. 11; 1914, H. 12; 1915, H. 13. — Ramann: Bodenkunde, 3. Aufl., S. 397.

³ Ein derartig strenger Winter wie der jüngst vergangene von 1928/29 zeigte das alles bei uns in ungewöhnlichem Maße. Hier haben auch manche Bäume gelitten, von denen man das früher kaum vermutet hätte, z. B. Buche, Hainbuche, Erle, Akazie.

gefahr erheblich. Bei manchen sehr empfindlichen Holzarten, wie Rotbuche und Weißtanne, ist daher eine Verjüngung fast nur unter einem Schirmbestand durchzuführen. Fast ebenso empfindlich sind Esche und echte Kastanie, etwas weniger Fichte, Eiche und grüne Douglasie. Seltener finden sich Spätfrostschäden bei Ahorn, Linde und Lärche¹. Bei Hainbuche, Birke, Aspe, Erle¹, Weide und Kiefer² sind solche nur in seltenen Ausnahmefällen beobachtet worden. Diese gelten daher im allgemeinen als „frosthart“.

Einen empfindlichen Schaden für den Verjüngungsfortschritt im Walde stellt das häufige Erfrieren der Blüten einiger Waldbäume dar, wie besonders bei der Eiche und Buche. Der Samenertrag wird dadurch oft geschmälert oder ganz vernichtet.

Die Häufigkeit der Spätfroste ist örtlich sehr verschieden. Es gibt nicht nur Frostgegenden, wie z. B. die Münchener Hochebene, sondern auch kleine engbegrenzte „Frostlöcher“ und „Kälteinseln“. Die näheren klimatischen und sonstigen Verhältnisse der Spätfrostbildung haben bis in die neueste Zeit eine umfangreiche Behandlung in der forstlichen Literatur gefunden. Da die ganze Frage aber mehr in das Gebiet des Forstschutzes gehört, muß im einzelnen auf die Werke verwiesen werden, die diesen behandeln.

Wärmeverhältnisse in Deutschland. Die Wärmeverhältnisse in Deutschland sind im allgemeinen am günstigsten im Südwesten (Rheinebene), am ungünstigsten im Nordosten (Ostpreußen). So betragen die Mittel für

	Jahr Grad C	Januar Grad C	Juli Grad C	Min. Grad C	Max. Grad C
Heidelberg	+ 10,0	+ 0,8	+ 19,0	— 13	+ 33
Klaußen i. Ostpr.	+ 6,5	— 4,4	+ 17,6	— 22	+ 33

Neben diesen beiden Extremen in Südwest und Nordost haben wir noch besondere Klimacharaktere in Nordwestdeutschland und in den Gebirgen. Als Beispiele hierfür seien folgende Zahlen gegeben:

Bremen	+ 8,8	+ 0,6	+ 17,3	— 13	+ 30
Inselsberg i. Thür., 900 m	+ 4,0	— 4,2	+ 12,3	— 14	+ 23

Die geringste Jahreswärme zeigen also die Hochlagen der Gebirge. Die mittlere Jahrestemperatur nimmt um etwa 0,5—0,6° für 100 m Erhebung ab.

Dabei ist der Inselsberg mit seiner Erhebung von 900 m und seiner ganzen Lage nach noch Vertreter eines gemäßigten Gebirgsklimas, das noch vollen Waldwuchs (heute Fichte mit etwas Tanne, früher wahrscheinlich auch noch Buche³) gestattet, während an dem nur 145 m höheren aber bedeutend rauheren Brocken mit nur 2,6° Jahrestemperatur schon die Baumgrenze überschritten wird, und die sehr viel höhere Schneekoppe im Riesengebirge mit 1620 m und 0° Jahrestemperatur schon hoch über der Baumgrenze liegt. (Ungefähr dasselbe Jahresmittel = 0,35° zeigt im Norden erst Haparanda, wo doch noch überall voller Fichtenwald herrscht. Dort ist aber auch der Sommer viel wärmer!)

Einen warmen Sommer und milden Winter zeigt die Rheinebene, einen ebenso milden Winter, aber schon erheblich kühleren Sommer Nordwestdeutschland. Ostpreußen hat einen ebenso kühlen Sommer, aber schon einen ausgeprägt kalten Winter. In den höheren Lagen unserer Mittelgebirge ist dann der Winter ähnlich kalt wie in Ostpreußen, dazu kommt aber noch ein sehr viel kühlerer Sommer. In den Extremen zeigt das Gebirgsklima dagegen einen viel ausgeglicheneren Charakter. (Vgl. oben Inselsberg und Klaußen. Für den 1140 m

¹ Augst: Forstwiss. Zbl. 1903, S. 266.

² Dengler: Junifrostschäden an der Kiefer. Z. f. Forst- u. Jagdwes. 1910, S. 670.

³ Gerbing, Luise: Die frühere Verteilung von Laub- und Nadelwald im Thüringer Wald. Mitt. d. Ver. f. Erdkunde zu Halle a. d. S. 1900.

hohen Brocken fand Schubert¹ Extreme von -17 und $+23^{\circ}$, für das an seinem Fuß liegende Wasserleben (150 m) dagegen -18 und $+32^{\circ}$, also viel stärkere Schwankungen.)

Vegetationszeit. Die Dauer der Vegetationszeit und ihr Verlauf ist dementsprechend natürlich auch verschieden. Betrachtet man auf Abb. 39 den Gang der mittleren Monatstemperaturen an den obengenannten vier Orten, so ist besonders das frühe Ansteigen der Wärme im März in der Rheinebene und der nordwestdeutschen Tiefebene bemerkenswert. Nimmt man etwa 5°C als untere Schwelle des Beginns der hauptsächlichsten Lebenstätigkeiten bei unsern Holzgewächsen an, so hat Ostpreußen gegen die Rheinebene eine Verspätung von fast einem Monat. Gegen den Sommer hin nähern sich die Kurven mit Ausnahme der für die höheren Berglagen und bleiben auch im ganzen Herbst noch genähert, bis sich die ostpreußische gegen den Winter hin wieder stärker von den beiden andern trennt. Der Hauptwärmeunterschied zwischen Ost und West

liegt also im Frühling. (Die Gesamtdauer der Zeit über 5°C beträgt in Heidelberg etwa 8 Monate, in Bremen 7,4, in Klaufen 6,3 und am Inselsberg (900 m) nur noch 5,7 Monate.) Rechnet man als Vegetationszeit aber nur die Zeit vom Beginn der sichtbaren Vegetationstätigkeit (Entfaltung des Laubes oder der Blüten bei einigen Frühblühern) bis zur Laubverfärbung, so sind die Zeitspannen noch kürzer. Mit derartigen Feststellungen beschäftigt sich besonders die

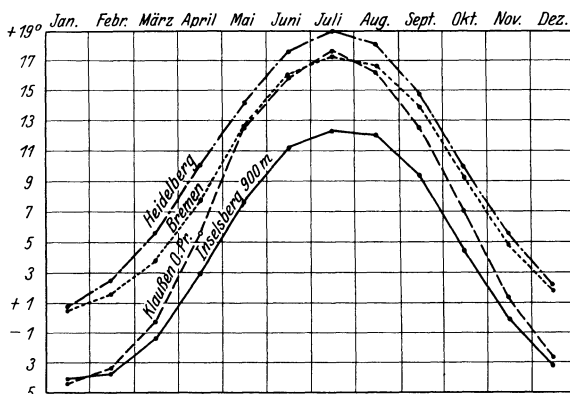


Abb. 39. Verlauf der mittleren Monatstemperaturen an vier charakteristischen Klimaorten in Deutschland (Heidelberg, Bremen, Klaufen i. Ostpr. und Inselsberg i. Thür. bei 900 m). Entw. von A. Dengler.

sog. Phänologie. Sie beobachtet das Austreiben, Aufblühen, die Fruchtreife, die Blattverfärbung u. a. m. bei einzelnen weit verbreiteten und besonders bezeichnenden Pflanzenarten an verschiedenen Orten und sucht diese Beobachtungen dann klimatologisch und ökologisch auszudeuten². Obwohl man manche berechtigten Bedenken gegen die Methoden dieses Wissenschaftszweiges vorgebracht hat, lassen sich doch einige allgemeinere Folgerungen aus ihren Ergebnissen ziehen, namentlich wenn reichliche und langjährige Beobachtungen vorliegen. Solche sind in den Jahren 1885—1894 auch von seiten der deutschen forstlichen Versuchsanstalten an einer Reihe von Waldbäumen angestellt worden³. Hierbei zeigte sich ein unverkennbarer Einfluß der geographischen Lage auf den Vegetationsbeginn. Am frühesten tritt er in der Rhein-Main-Ebene ein und verspätet sich dann sowohl nach Norden wie auch nach Osten hin immer mehr. Die spätesten Termine liegen in Ostpreußen. (So begrünt sich die Buche z. B. in der Rheinebene im Durchschnitt am 20. April, im nördlichen Hannover am 5. Mai, in Ostpreußen erst am 11. Mai.) Ebenso zeigt sich eine Verspätung des Frühlings nach der Höhe zu, im Durch-

¹ Schubert, J.: Das Klima des Harzgebirges. 1909.

² Literatur in Drude: Deutschlands Pflanzengeographie.

³ Wimmenauer: Die Hauptergebnisse 10jähriger forstlich-phänologischer Beobachtungen in Deutschland. Berlin 1897.

schnitt betrug sie etwa 2—2,5 Tage für 100 m. (Austreiben der Buche im Erzgebirge bei 800 m etwa am 16. Mai, bei Pirna (120 m) am 1. Mai.) Vergleicht man die bis zum Austreiben erreichten Wärmegrade und den Wärmeanstieg vorher (vgl. Abb. 40), so zeigt sich, daß der Wärmegenuß der Rotbuche bis zur Blattentfaltung, wenn man von 0° ausgeht, in Nord- und Südwestdeutschland ziemlich gleich groß ist, in Ostpreußen aber anfänglich geringer, später auch gleich. Nimmt man 5° als untere Schwelle an, so ist der Wärmegenuß sogar an allen drei Orten in ganzen gleich. In jedem Fall aber bleibt er im Gebirge ganz erheblich zurück. Die Vegetation beginnt dort also nach sehr viel geringerem Wärmegenuß. Diese Erscheinung ist phänologisch auch noch an andern Pflanzen beobachtet worden. Das Gebirgsklima muß also andere ökologischen Vorteile haben, die man vielleicht in der stärkeren Sonnenstrahlung zu suchen hat. Einer zahlenmäßigen Erfassung entziehen sich aber derartige Ausgleichswirkungen.

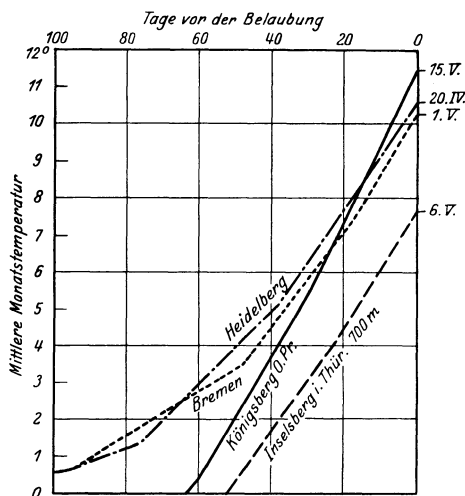


Abb. 40. Wärmegenuß der Rotbuche bis zur Laubentfaltung an vier verschiedenen Orten in Deutschland. Entw. von A. Dengler.

Die Länge der gesamten Vegetationszeit (vom mittleren Laubaussbruch der früh treibenden Holzarten bis zur Laubverfärbung) berechnet Wimmer für die Rheinebene auf 177 Tage, für das nördliche Hannover auf 164 Tage, für Ostpreußen auf nur 155 Tage, für die mitteleuropäischen Gebirge bei 700 m auf 150—155 Tage¹.

Bodenwärme. Neben der in erster Linie für die oberirdischen Pflanzenteile entscheidenden Temperatur der Luft ist aber auch noch die Bodentemperatur in Betracht zu ziehen, in der die Wurzeln leben und arbeiten müssen. Diese weicht nicht nur von der Lufttemperatur recht beträchtlich ab, sondern sie zeigt auch unter sich in den verschiedenen Bodentiefen recht große Abweichungen.

Die Bodentemperaturen sind im ganzen von der an der Oberfläche einstrahlenden Wärme abhängig und zeigen dort ganz außerordentlich starke Schwankungen. Besonders die Maxima sind an der Oberfläche ungewöhnlich groß. Wir hatten schon erfahren, daß sie bei starker Sonnenbestrahlung zeitweilig bis zur Tödlichkeitsgrenze (50—54°) an-

¹ Auffällig ist auch hier wieder die verhältnismäßige Begünstigung der Gebirgslagen, die trotz ihres im ganzen kühleren Klimas, besonders kühleren Sommers, doch eine relativ lange Vegetationsdauer aufweisen!

Wichtig ist die Feststellung, die in vielen Fällen gemacht worden ist, daß die unteren Berglagen bis zu 200 m im Einzug des Frühlings gegen die Tieflagen nicht verspätet, sondern vielfach sogar noch etwas verfrüht sind. Sie sind wahrscheinlich im Frühling durch ihre Hanglage gegen die noch tiefstehende Sonne und durch das bessere Abfließen der kalten Luft in Frostnächten klimatisch begünstigt.

Im Eintritt des Spätherbstes zeigen sich weder beträchtliche noch regelmäßige Unterschiede zwischen Ost und West. Dagegen tritt im Gebirge nach der Höhe zu der Herbst etwas früher ein (1—2 Tage auf 100 m).

steigen können. Die Minima liegen im allgemeinen nur wenig tiefer als in der Luft und überhaupt nur bei klarem Himmel und unbedecktem Boden zur Nachtzeit bzw. in den ersten Morgenstunden (Reif und Bodenfröste). Nach der Tiefe zu gleichen sich alle Wärmeunterschiede sowohl in den Extremen wie auch im Durchschnitt sehr rasch aus, so daß in größeren Tiefen (bei uns etwa in 20—30 m) schließlich eine dauernd gleiche Temperatur herrscht.

Für die Verschiedenheit des jährlichen Temperaturganges in Luft und Boden hat Schubert¹ im Durchschnitt von 16 über Deutschland verteilten Stationen folgende Übersicht gegeben:

Mitteltemperatur:

	Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.	Jahr
Luft	-2,26	-0,37	0,91	5,81	10,64	14,19	15,56	15,09	12,11	6,48	2,11	-1,64	6,51
Boden in 60 cm	1,74	1,41	1,89	4,54	9,14	13,04	14,98	14,91	13,14	9,27	5,53	2,99	7,71
„ „ 120 „	3,34	2,66	2,70	4,09	7,31	10,66	12,84	13,52	12,82	10,31	7,23	4,82	7,69

Der Boden ist also in der Tiefe von 60—120 cm im ganzen Herbst und Winter erheblich wärmer als die Luft, im Sommer aber etwas kühler. Dies gilt auch noch für die höheren Schichten bei 15 und 30 cm, wenn auch schon in etwas abgeschwächtem Maße, so daß man sagen kann, daß die ganze Hauptwurzelzone daran Anteil hat. Ebenso wie der jahreszeitliche Wärme- gang sich gegenüber der Luft nach der Tiefe zu immer mehr verspätet und abschwächt, gilt das auch für den täglichen. Das tägliche Maximum und Minimum tritt in 15 cm Tiefe erst 2 Stunden, in 30 cm Tiefe sogar erst 6—8 Stunden später ein als in der Luft und an der Bodenoberfläche.

Dabei sind auch die täglichen Schwankungen sehr stark abgestumpft. So z. B. nach Beobachtungen Müttrichs auf Eberswalder Sandboden im Juni 1889:

	Luft Grad	Boden- oberfläche Grad	0,15 m Grad	0,30 m Grad	0,60 m Grad
Höchste Temperatur . .	22,6	26,4	22,9	18,1	15,9
Tiefste Temperatur . .	12,5	15,1	17,4	16,6	15,8
Mitteltemperatur . . .	17,8	20,1	20,0	17,3	15,85

Die Schwankung, die an der Oberfläche also noch 11,3⁰ betrug, war schon in 0,60 m Tiefe auf den bedeutungslosen Betrag von 0,1⁰ gesunken, die Mitteltemperatur, die an der Oberfläche mit 20,1⁰ sogar noch 2,3⁰ über der der Luft lag, war in 60 cm Tiefe schon um über 4⁰ kühler als in der obersten Schicht und auch schon 2⁰ tiefer als in der Luft. Diese Zahlen ergeben die eigentümliche Tatsache, daß Stamm und Wurzeln unsrer Waldbäume in einem recht verschiedenen Wärmeklima leben. Daß die Tätigkeit der Organe, hier insbesondere der oberen und unteren Wurzeln danach verschieden ausfallen muß, ist eigentlich anzunehmen. Es fehlen aber darüber alle näheren Beobachtungen und Untersuchungen.

Wärmeklima auf kleinstem Raum (Mikroklima). Neben der wärmeklimatischen Verschiedenheit im großen bestehen aber noch örtliche Besonderheiten einzelner Gegenden, die sich schon im Bewußtsein und mitunter auch in der Sprache des Volkes als besonders begünstigt oder benachteiligt ausdragen (Goldne Aue, Rauhe Alb u. a.). Schließlich finden sich auch nicht unbedeutende Unterschiede auf kleinem und kleinstem Raum nebeneinander. Im Walde kommen dabei hauptsächlich die verschiedenen Hanglagen und die nach verschiedenen Himmelsrichtungen hin geöff-

¹ Schubert, J.: Der jährliche Gang der Luft- und Bodentemperatur. Berlin 1900.

neten Bestandsränder in Betracht. Hier macht sich besonders der Einfluß der Wärmestrahlung bemerkbar, über die wir freilich im Walde noch keine fortlaufenden Messungen besitzen.

Aber schon die theoretischen Berechnungen von Schubert¹ zeigen, um welche Differenzen es sich hierbei handeln kann. Danach beträgt bei uns die mittlere tägliche Wärmesumme für die Hauptvegetationszeit von April bis August, die empfangen werden:

		bei heiterem Himmel	bei wolkigem Himmel
von einem	Südhang (30°) . . .	563 cal/qcm	285 cal/qcm
„	„ Osthang (30°) . . .	469 „	233 „
„	„ Westhang (30°) . . .	469 „	228 „
„	„ Nordhang (30°) . . .	329 „	160 „
„ einer	Südwand	266 „	134 „
„	„ Ostwand	262 „	124 „
„	„ Westwand	262 „	118 „
„	„ Nordwand	36 „	11 „

Besonders bemerkenswert ist der starke Strahlungsausfall von Nordhang und Nordwand. Auch die von verschiedenen Seiten ausgeführten Bodentemperaturuntersuchungen haben daher immer einen beträchtlichen Unterschied der einzelnen Hanglagen (Expositionen) gefunden.

Berechnungen von Geiger² zeigen aber, daß das nördliche Minimum und besonders das südliche Maximum im Laufe des Jahres sehr verschiedene Ausbreitung an den entsprechenden Hängen haben und zum Teil sogar eine Wanderung auf die benachbarten Expositionen ausführen. Dies muß sich natürlich bei den einzelnen Entwicklungszuständen der Vegetation im Frühjahr, Sommer und Herbst auch verschieden auswirken. Die Verhältnisse liegen also viel verwickelter, als es zunächst scheint.

In der Praxis der Gärtnerei und Landwirtschaft, auch in der Forstwirtschaft hat man diese Tatsachen ja schon längst gekannt. Schon in den älteren forstlichen Schriften wird beim Anbau der wärmeliebenden Eiche auf den Vorzug der Sommerhänge (S) gegenüber den Winterhängen (N) hingewiesen. Ebenso ist die mit der größeren Erwärmung verbundene Dürregefahr der südlichen Hänge eine längst und allgemein bekannte Erscheinung. Da, wo eine solche Gefahr nicht besteht, wie im Hochgebirge an der Waldgrenze, und wo die Wärme gleichzeitig ins Minimum rückt, wäre also regelmäßig eine entsprechende Erhöhung bzw. Erniedrigung der Wald- oder Baumgrenze zu erwarten. Im einzelnen haben sich auch Unterschiede von 100 und sogar 200 m zwischen Nord- und Südseiten ergeben. Wo aber wie in der Schweiz von Imhof und in den Karpathen von Fekete und Blattny sehr zahlreiche Messungen ausgeführt sind und daraus Mittelwerte berechnet wurden, schwächen sich die Unterschiede in der Regel sehr ab und die einzelnen Expositionen zeigen manche Unregelmäßigkeiten, wie nachfolgende Zusammenstellung beweist:

Abweichung der oberen Wald- bzw. Baumgrenze vom Mittel nach Expositionen.

	SE m	S m	SW m	W m	NW m	N m	NE m	E m
Waldgrenze in der Schweiz nach Imhof	+ 14	+ 31	+ 61	+ 26	+ 6	- 24	- 44	- 34
Baumgrenze der Fichte (8m) nach Fekete u. Blattny	+ 23	+ 19	+ 11	- 5	- 12	- 22	- 7	- 17

Liegen auch die Maxima in beiden Fällen auf den südlichen und die Minima auf den nördlichen Expositionen, so sind die Unterschiede

¹ Schubert, J.: Die Sonnenstrahlung im mittleren Deutschland. Meteorol. Z. 1928, H. 1. ² Geiger, R.: Das Klima d. bodennahen Luftschicht, S. 104. Braunschweig 1927.

im einzelnen sehr unregelmäßig. Imhof hat das auf die Eingriffe der Alm- und Weidewirtschaft in der Schweiz geschoben, die besonders im Frühjahr die wärmeren Südost- und Südlagen aufsucht und vielfach durch Abbrennen erweitert. Derartiges findet man auch in den ganzen Karpathen. Es dürften daneben aber auch noch manche andern Ursachen in Frage kommen, die die rein klimatische Ausprägung der Waldgrenze stören (vgl. S. 49).

Daß die Expositionen auch in der Ebene bei verhältnismäßig niedrigen Bodenerhebungen eine Rolle spielen können, das zeigt die oft ganz verschiedene Bodenflora auf den Nord- und Südflanken der Binnendünen im norddeutschen Kiefernwalde. Wenn hierbei auch vor allem die verschiedene Bodenfrische mitwirkt, so ist diese bei der sehr gleichmäßigen Bodenzusammensetzung der Dünen letzten Endes eben nur von der verschiedenen Wärmestrahlung verursacht.

Auf den klimatischen Einfluß der verschiedenen Bestandsränder, insbesondere des schattigen und frischen Nordrandes hat besonders Ch. Wagner¹ hingewiesen und hierbei die Verhältnisse der einzelnen Ränder mit Bezug auf Besonnung und Beregnung theoretisch und auf Grund von allgemeinen Beobachtungen erörtert. Leider besitzen wir noch keine tatsächlichen, vergleichenden Messungen darüber. Eine anschauliche Darstellung von der Verteilung von Sonne und Schatten an den verschiedenen Bestandsrändern gibt Abb. 41. Es ist kein Zweifel, daß auch hier wichtige klimatische Unterschiede bestehen, die sich sofort in der Zusammensetzung der Flora äußern. Wenn es in solchen Fällen auch zunächst oft die verschiedene Bodenfeuchtigkeit ist, die die unmittelbare Ursache für die Veränderung der Vegetation bildet, so ist letzten Endes hieran doch wieder nur die verschiedene Sonnenlage schuld. So konnte ich z. B. auf Bestandslücken im Eberswalder Revier feststellen, daß an den Schattenrändern sich die Fichte in Mischsaaten mit der Kiefer nicht nur gehalten, sondern diese sogar teilweise überwachsen hatte (vgl. Abb. 42), während sie an den entgegengesetzten Sonnenrändern vollständig verschwunden war. Man spricht in allen solchen Fällen heute von einem „Mikroklima“ oder „Klima auf kleinstem Raum“².

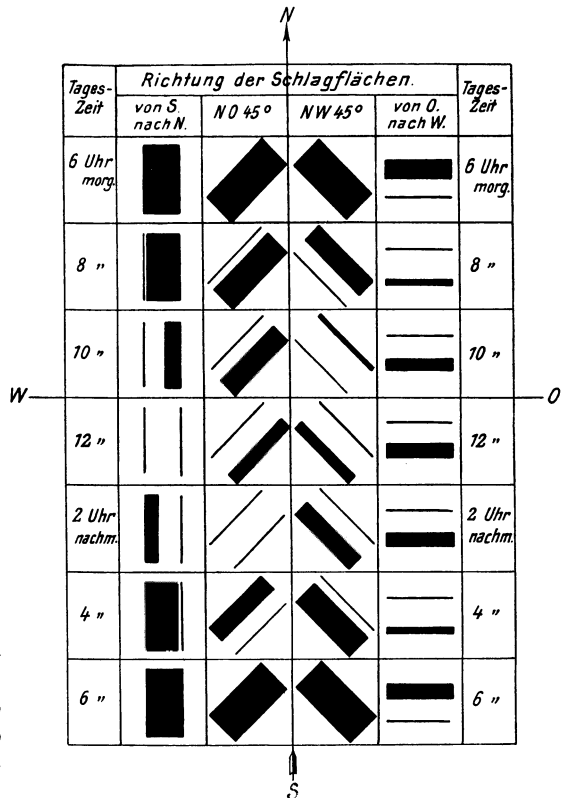


Abb. 41. Sonne (weiß) und Schatten (schwarz) auf Kulissenschlagflächen von 40 m Breite bei verschiedener Himmelsrichtung (berechnet für Mitte Juli und 52 Grad nördlicher Breite von Ojijewski). Aus Morosow: Lehre vom Walde.

¹ Wagner, Ch.: Die räumliche Ordnung im Walde, S. 42. 1911.

² Vgl. G. Kraus: Boden und Klima auf kleinstem Raum. Jena 1911. — Geiger, R.: Das Klima der bodennahen Luftschicht. II. Abschnitt: Orographische Mikroklimatologie. Braunschweig 1927.

Waldinnenklima. Schon lange hat man erkannt, daß auch der Wald in seinem Innern ein besonderes Klima geschaffen hat, das in bezug auf die Wärmegegestaltung nicht unerheblich von dem Außenklima über ihm und neben ihm, dem sog. Freilandklima, abweicht.

Das geschlossene Kronendach des Waldes fängt zunächst den größten Teil der Strahlungswärme ab. Es trennt aber auch den unter ihm liegenden Luftraum vom oberen und erschwert dadurch bis zu einem gewissen Grade den Luft- und Wärmeaustausch. Das wird sich je nach Dichtigkeit des Kronendachs, also nach Schlußgrad und Holzart, verschieden stark äußern.

Die Abhaltung der Wärmestrahlen ist im allgemeinen die wichtigere der beiden Einwirkungen. Nach neueren Messungen¹ betrug die Strahlungsintensität an einem Junitage in einem 20 m hohen dicht geschlossenen Fichtenwald nur 0,01 cal/qcm in der Minute und selbst in einem 15 m hohen Kiefernwald noch immer nur 0,04 cal gegen 0,99 zu gleicher Zeit im Freien! Fast die gesamte Strahlung wurde also an den Baumkronen abgefangen. Daher bildet sich über diesen auch eine ähnliche warme Luftschicht aus wie im Freien über dem Boden.



Abb. 42. 6jährige Kiefern- × Fichtenmischsaat am Nordrand einer Bestandeslücke im Eberswalder Dauerwald auf frischen graswüchsigen Spatsanden. Die Fichten haben die Kiefern (+) hier überraschenderweise überwachsen. (Am Südrand der Lücke sind sie verschwunden, in der Mitte kümmern sie und bleiben weit hinter der Kiefer zurück.) Beispiel für Klimaunterschiede auf kleinstem Raum. Phot. A. Dengler.

Messungen in den Sommermonaten ergaben an klaren Tagen Temperaturmittel, die um die Mittagszeit an der Kronenoberfläche 1—3° höher lagen als in den Luftschichten darunter und darüber. Nachts kehren sich die Verhältnisse durch Ausstrahlung von der Kronenoberfläche aber um.

Waldbodentemperatur.

Die Abhaltung der Wärmestrahlen durch die Kronen verhindert natürlich auch die Erwärmung des Waldbodens und der darüber ruhenden

Luftschicht. Die Unterschiede der Bodentemperatur im Walde und im Freiland faßt Schubert² nach den Ergebnissen von über 10jährigen Messungen dahin zusammen, daß der Waldboden im ganzen Sommerhalbjahr bis zu der Tiefe von 1,20 m kühler ist. (Im Kiefernwald steigt der Unterschied bei 60 cm auf 2,7°, unter Fichten auf 3° und unter Buchen auf 3,2°. An der Oberfläche [1 cm tief] verstärken sich diese Beträge im Mittel noch um 1°.) Im Winter ist der Waldboden dagegen etwas wärmer als der des freien Landes, bezeichnenderweise sogar unter den dann kahlen Buchen, was wohl auch mit der Laubdecke auf dem Boden zusammenhängen dürfte. Die durchschnittlichen Unterschiede im Winter sind aber bedeutend geringer als im Sommer (meist nur etwa 0,5°), so daß der Waldboden im Durchschnitt des ganzen Jahres doch etwa nur um 1° kühler ist als der Freilandboden.

Viel auffälliger zeigt sich der Einfluß des Waldes aber in den Extremtemperaturen. Hier ist der Waldboden in der Hauptwurzelzone (15—30 cm) in den wärmsten Tagen 4—5° kühler, in den kältesten Tagen 1—2° wärmer als der Freilandboden. Der Frost dringt daher auch erheblich weniger tief in den Waldboden ein als im Freiland.

¹ Vgl. Geiger: a. a. O., S. 154ff.

² Schubert, J.: Der jährliche Gang der Luft- und Bodentemperatur im Freien und in Waldungen. Berlin 1900.

Das Bodenklima des Waldes ist also gemäßigter, im Sommer kühler und im Winter etwas milder, die Schwankungen sind geringer. Im Walde ist also das Bodenklima vom kontinentalen zum ozeanischen Klimacharakter verschoben. Wenn die Zahlen auch an sich gering erscheinen, so ist die Gesamtwirkung wegen ihres dauernden Einflusses gar nicht zu unterschätzen!

Lufttemperaturen in Wald und Freiland. Über den Unterschied der Lufttemperaturen im Walde gegenüber dem benachbarten Freiland sind langjährige Messungen durch die preußische forstliche Versuchsanstalt¹, in Bayern², Österreich³ und der Schweiz⁴ ausgeführt worden.

Die Ergebnisse sind zwar im allgemeinen gleichsinnig, d. h. sie zeigen den Einfluß des Waldes in gleicher Richtung, aber doch in verschiedenen Ausmaßen. Schubert⁵ hat durch genaue Vergleichsbestimmungen nachgewiesen, daß die ersten für Preußen veröffentlichten Zahlen durch die Aufstellung der Instrumente in einer nicht genügend ventilierten „Forstlichen Hütte“ und durch die Berechnung des Tagesmittels aus nur zwei Ablesungen um 8⁰ vormittags und 2⁰ nachmittags zu hohe Unterschiede ergeben haben. Er ist durch Verbesserung dieser Fehler zu erheblich niedrigeren Werten als alle anderen gekommen. Jedenfalls sind die Schubert'schen Werte aber die richtigeren. Sie sind daher hier allein zugrunde gelegt worden.

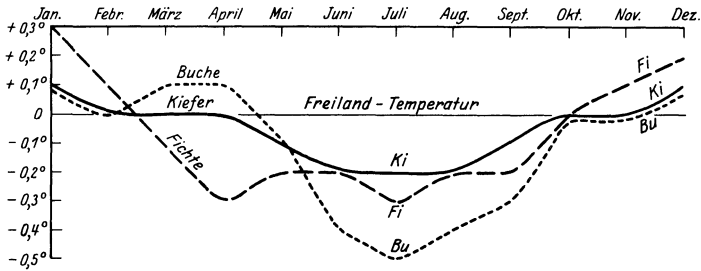


Abb. 43. Unterschied der mittleren monatlichen Lufttemperatur im Walde gegen das freie Land. Nach Schubert.

Der Unterschied der Lufttemperatur im Walde gegen das Freiland betrug danach in 1,3 m Höhe:

	Januar Grad C	April Grad C	Juli Grad C	Oktober Grad C	Jahr Grad C
Unter Kiefern	+0,1	0,0	−0,2	0,0	−0,1
„ Fichten	+0,3	−0,3	−0,3	0,0	−0,1
„ Buchen	+0,1	+0,1	−0,5	0,0	−0,1

(+ bedeutet, daß es im Walde wärmer, − daß es in ihm kälter war.)

Den monatlichen Verlauf der Abweichungen im Walde zeigt Abb. 43.

Danach ist die Luft im Walde in den Wintermonaten bei allen drei Holzarten etwas wärmer, am meisten unter Fichten. In den Sommer- und Frühherbstmonaten ist sie etwas kühler, am meisten bei der

¹ Müttrich: Über den Einfluß des Waldes auf die periodischen Veränderungen der Lufttemperatur. Z. f. Forst- u. Jagdwes. 1890.

² Ebermayer: Die physikalischen Einwirkungen des Waldes auf Luft- und Bodentemperatur. Aschaffenburg 1873.

³ v. Lorenz-Liburnau: Resultate forstlich-meteorologischer Beobachtungen. Mitt. a. d. forstl. Versuchswes. Österr. Bd. 12 u. 13. Wien 1890.

⁴ Zusammenstellung siehe Wollny: Forschungen auf dem Gebiete der Agrikulturphysik Bd. 5.

⁵ Schubert, J.: Vergleichende Temperatur- und Feuchtigkeitsbestimmungen. Abh. d. Kgl. preuß. meteorol. Inst., Berlin Bd. 1, H. 7, 1901. — Der jährliche Gang der Luft- und Bodentemperatur im Freien und in Waldungen. Berlin 1900.

Buche, deren steiler Abfall im Mai und Juni offenbar in Zusammenhang mit der Laubentfaltung steht. Die absoluten Unterschiede von wenigen Zehntelgraden erscheinen zwar klein, aber man darf dabei immer wieder nicht vergessen, daß es sich nur um ausgeglichene Mittelwerte handelt, die die tatsächlichen Unterschiede leicht zu gering erscheinen lassen.

Viel schärfer tritt auch hier die ausgleichende Wirkung des Waldes auf die Extreme, insbesondere die Maxima zutage. Diese waren nach den Mütterichschen (nicht korrigierten) Ergebnissen z. B. im Mittel für Juli unter Kiefern 2,1⁰, unter Fichten 2,8⁰ und unter Buchen 3,5⁰ niedriger als im Freiland. Am allerschärfsten zeigen sich die Unterschiede natürlich, wenn man nicht nur die Lufttemperatur im Schatten, sondern die gesamte Strahlungswärme mit Schwarzkugelthermometern mißt.

Solche Messungen von Markgraf¹ in der Bredower Forst ergaben z. B. an heiteren Tagen:

Datum (1920) Tageszeit	17. Februar 14 ⁰⁰ Grad C	4. Mai 9 ³⁰ Grad C	11. Mai 11 ⁰⁰ Grad C	14. Mai 9 ³⁰ Grad C	18. August 12 ¹⁵ Grad C
Im Freien . . .	11,5	23,2	41,0	30,5	45,0
Unter Eichen . .	7,3	17,6	18,3	19,0	28,4

An bewölkten Tagen:

Datum (1920) Tageszeit	9. März 12 ³⁰ Grad C	28. April 9 ⁰⁰ Grad C	10. Mai 9 ³⁰ Grad C
Im Freien . . .	11,0	13,5	14,0
„ Walde . . .	10,5	10,4	12,1

Vor Eintritt der Belaubung waren die Unterschiede verhältnismäßig gering, nachher stiegen sie aber an heitren Frühlings- und Sommertagen bis auf 20⁰ und mehr! An bewölkten Tagen bleiben sie dauernd klein.

Der Einfluß des Waldes auf die Wärme in seinem Innern besteht also im ganzen in einer geringen Herabsetzung der Lufttemperatur und einer schon sehr merklichen Abstumpfung ihrer Extreme. Dagegen fängt er von der Strahlungswärme ganz außerordentlich große Mengen ab. Der Unterbestand, auch der Jungwuchs des Waldes, wächst also immer in einem etwas kühleren, aber auch ausgeglicheneren, milderen Klima wie der Mutterbestand. Bei Holzarten mit lockeren, durchlässigen Kronen (wie Kiefer, Birke, Lärche) ist der Unterschied dauernd gering, bei denen, die dunkle, immergrüne Kronen haben (Fichte und Tanne) dauernd stark, bei den Laubhölzern mit dunkler Belaubung ist er im Winter gering, aber im Sommer stark.

Berücksichtigung des Wärmefaktors in der Forstwirtschaft. Der Wärmefaktor ist in der Forstwirtschaft in erster Linie durch den Anbau der Holzarten entsprechend ihrem Wärmebedürfnis zu berücksichtigen, Wenn wir uns hierbei zunächst nach den vertikalen Verbreitungsgrenzen richten wollen, so würden wir etwa folgende Reihenfolge für abnehmendes Wärmebedürfnis der wichtigsten Holzarten bekommen:

Eßkastanie.
Stieleiche, Roterle, Weißbuche.
Traubeneiche, Sommerlinde (?).
Esche, Winterlinde (?).
Rotbuche, Bergahorn.
Weißtanne.
Fichte, Kiefer, Birke, Aspe.
Lärche.

¹ Markgraf, Fr.: Die Bredower Forst. Berlin-Lichterfelde: Naturschutz-Verlag 1922.

Wenn man diese Reihe mit den horizontalen Verbreitungsgrenzen und der Lage der Optimalgebiete vergleicht, so treten einige auffällige Unregelmäßigkeiten zutage. So vor allem bei der Stieleiche, Roterle und Weißbuche, die nach Norden und Osten zu viel weitergehen als Traubeneiche, Rotbuche und Weißtanne. Wir können vorläufig nur annehmen, daß hier gewisse Unterschiede des Gebirgsklimas vom nordischen bzw. östlichen kontinentalen Klima (anderer Verlauf der Jahreszeiten, anderes Verhältnis der Extreme, Ausgleich durch Lichtstrahlung u. a. m.) an den Abweichungen schuld sind. Damit müssen wir aber zugeben, daß wir uns mit der Aufstellung einer allgemein gültigen Reihenfolge für das Wärmebedürfnis unsrer Holzarten auf etwas unsicherem Boden bewegen, besonders bei den erwähnten Arten. Man wird richtiger tun, wenn man die obige Reihenfolge eben nur für das mitteleuropäische Gebirgsklima gelten läßt, und für das Tieflandsklima mit seinen hauptsächlich von Südwest nach Nordost abnehmenden Wärmeverhältnissen eine andere Reihenfolge aufstellt:

Eßkastanie.
Traubeneiche, Rotbuche, Tanne, Sommerlinde.
Weißbuche.
Stieleiche, Esche.
Roterle, Spitzahorn, Winterlinde.
Weißerle, Aspe, Birke, Fichte, Kiefer.

Daß diese Reihenfolgen überhaupt nur als ein Anhalt aufzufassen sind, bedarf nach allem, was über die Verbreitungsgrenzen der Arten und das Zusammenwirken der Wachstumsfaktoren gesagt worden ist, wohl keines besonderen Hinweises mehr.

Nicht nur in der Wahl des klimatisch passenden Anbaugebietes im großen kann der Wärmefaktor in der Forstwirtschaft berücksichtigt werden, sondern ebenso auch in der Auswahl des passendsten Standorts im kleinen. Hier gilt alles das, was vorher über die Verhältnisse der niederen Hanglagen, die verschiedenen Expositionen, Frostlagen usw. gesagt worden ist. Ebenso wirkt jede Durchbrechung des Bestandesschlusses wärmeerhöhend, freilich bei weiterem Fortschritt auch die Extreme steigernd. Ganz besonders gilt das für die Gegensätze Bestandesschirm und Freilage auf dem Kahlschlag. Wichtig ist auch die Möglichkeit klimatischer Beeinflussung durch die Richtung der Schlagfronten zu den verschiedenen Himmelsrichtungen. Es sind das alles kleine Mittel, und sie bringen nur kleine Verschiebungen der Wärmeverhältnisse mit sich, aber sie werden durch die Dauer ihrer Einwirkung bedeutsam und können nicht nur für das Gelingen der Verjüngung, sondern auch für Masse und Güte der Wuchsleistungen oft entscheidend werden. Die heute noch in den ersten Anfängen stehende Klimatologie der forstlichen Bestandes- und Betriebsformen wird uns in Zukunft gewiß noch wertvolle Aufschlüsse über die hier bestehenden Zusammenhänge bringen.

10. Kapitel. Das Wasser.

Allgemeine Bedeutung des Wasserfaktors. Das Wasser ist zunächst unentbehrlicher Baustoff für alle die vielen H-Verbindungen, die in der Pflanze vorkommen. Ebenso ist es unentbehrlich zur Lebenstätigkeit des Protoplasmas, das nur im gequollenen Zustand eine solche zeigt, ohne Wasser aber in einen Erstarrungszustand übergeht. Endlich aber dient es, und zwar im größten Umfange, zur Aufrechterhaltung des Transpirationsstromes, der, von den Wurzeln ausgehend, die im Bodenwasser gelösten unentbehrlichen Mineral-

stoffe allein rasch und in genügendem Umfang zu den Blättern zu schaffen vermag, wo das Wasser dann an der Außenfläche, meist durch die beweglichen Spaltöffnungen, wieder in Form von Wasserdampf abgegeben wird.

Extreme. Auch für die Wasserversorgung der Pflanze gibt es jedenfalls ein Minimum, Optimum und Maximum. Doch tritt hierbei, namentlich in trockneren Gebieten oder bei Trockenzeiten die ökologische Bedeutung des Minimums viel schärfer in Erscheinung als die der beiden andern Kardinalpunkte. Die Minimumnähe wird meist durch Eintritt des Welkens der Blätter angezeigt, im weiteren tritt dann Dürre- oder Trocknistod einzelner Organe oder des ganzen Individuums ein. Die verschiedenen Pflanzen zeigen hierin eine sehr verschiedene Widerstandsfähigkeit (Dürresistenz). Man unterscheidet danach Xerophyten, die an hohe Grade der Austrocknung angepaßt sind, Hygrophyten, die dagegen sehr empfindlich sind, und endlich solche, die ein mittleres Verhalten zeigen (Mesophyten). Daneben gibt es noch Pflanzen, die an wechselnde Feuchtigkeitsverhältnisse (Trocken- und Regenzeiten) angepaßt sind (Tropophyten). Im allgemeinen besitzen die verschiedenen Gruppen besondere äußere und innere Anpassungen nach dieser Richtung, z. B. die Xerophyten derbe, lederige und kleine, im äußersten Falle ganz reduzierte Blätter, geschützt liegende Spaltöffnungen, dicke Epidermis, filzige Behaarung u. a. m., die Hygrophyten große, dünne, vielfach fein gefiederte Blätter, schwache Epidermis, keine Behaarung u. a. m. Die Zahl der so gedeuteten Anpassungsformen in äußerer Gestalt und innerer Struktur ist hier geradezu Legion.

Er hat sich aber neuerdings gezeigt, daß man damit vielfach zu weit gegangen ist, und daß z. B. bei Transpirationsversuchen manche zu den Xerophyten gerechneten Pflanzen ein Verhalten zeigen, das mit ihrer Eingliederung in diese Gruppe nicht recht stimmen will¹. Das scheint auch für unsere Nadelhölzer zuzutreffen, die man wegen ihrer reduzierten Blattform, derben Epidermis, versenkten Spaltöffnungen u. a. m. ganz allgemein zu den Xerophyten gerechnet hat, trotzdem z. B. die Fichte recht große Ansprüche an die Feuchtigkeit macht, und die Lärche recht starke Transpiration² zeigt. Wir dürfen aber trotzdem jene Formen als Anpassung an gewisse Trockenzeiten auffassen, z. B. im Winter, wenn bei gefrorenem Boden die Wurzeln kein Wasser nachschaffen können, um den durch die Nadeln weitergehenden, wenn auch verringerten Verdunstungsverlust zu ersetzen. Wir müssen uns aber hüten, aus den äußeren Formen ohne weiteres auf einen geringen Wasserbedarf im ganzen zu schließen. Den stärksten Hygrophytencharakter zeigt unter unseren einheimischen Waldbäumen die Esche mit ihren dünnen, fiedrigen und unbehaarten Blättern. Das scheint auch mit ihren feuchten Standorten auf Aueböden, an Flußufern und Bruchrändern zusammenzustimmen. Daneben aber finden wir sie doch auch manchmal auf recht trockenen Kalkböden. Ebenso zeigt die bei uns eingebürgerte Akazie (Robinie) trotz ihres ausgesprochen hygrophilen Blattbaus recht große Genügsamkeit in bezug auf die Feuchtigkeit des Standorts!

Das Maximum an Wasser tritt bei uns nur selten auf, z. B. bei Überschwemmungen, stagnierendem Grundwasser u. dgl., was viele Holzarten nicht ertragen. Da die Wurzeln aber im allgemeinen nicht mehr Wasser aufnehmen als die Pflanze braucht, so dürfte es sich hierbei mehr um schädliche Nebenwirkungen (Sauerstoffmangel) als um ein eigentliches Zuviel an Wasser in der Pflanze handeln.

Quellen der Feuchtigkeit. Die äußeren Umstände, die der Pflanze das nötige Wasser verschaffen und ihren Wasserhaushalt regeln, sind 1. die atmosphärischen Niederschläge in Gestalt von Regen, Schnee, Nebel und Tau, 2. das aus diesen Niederschlägen in den Boden einsickernde und dort festgehaltene Bodenwasser, 3. der im Luftraum des Blattwerkes vorhandene Gehalt an Wasserdampf, die sog. Luftfeuchtigkeit. Sie erfordern zunächst eine gesonderte Betrachtung.

¹ Vgl. Lundegårdh: a. a. O., S. 186ff.

² Schreiber: Zur Biologie der Lärche. Zbl. f. d. ges. Forstwes. 1921.

Niederschläge und ihre Verteilung. Die Niederschläge fallen in der Hauptsache bei uns als Regen, zum geringeren Teil als Schnee, der dann beim Auftauen in den Boden einsickert. Die Höhe der Niederschläge ist in Deutschland immerhin recht verschieden. In der Ebene sind sie am größten im Nordwesten, wo sie 700—800 mm im Jahr betragen, am geringsten im binnenländischen Osten, wo sie bis auf 500—550 mm sinken. Die ausgeprägtesten Trockengebiete finden sich in der Magdeburger Gegend (Regenschattengebiet des Harzes), in der Oderniederung und an der ehemaligen westpreußisch-polnischen Grenze, wo am Goplosee bei Hohensalza die jährliche Niederschlagsmenge sogar unter 400 mm sinkt! Mit zunehmender Höhenlage steigen die Niederschläge sofort und stetig an. Deshalb hat der ganze Westen und Süden Deutschlands auch in den unteren Lagen schon meist höhere Niederschläge (700—800 mm). Auf der oberbayrischen Hochebene (München) fallen schon über 900 mm, in den oberen Gebirgslagen meist weit über 1000 (Brocken 1640 mm, Todtnauberg im Schwarzwald 1660 mm und im bayrischen Allgäu sogar 2600 mm!). Doch finden sich auch im Süden einige Trockengebiete, so im Rhein-Main-Becken und um Nürnberg (Kieferngebiet!) mit nur 500—600 mm.

Die Verteilung der Niederschläge über das Jahr hin ist bei uns im allgemeinen günstig. Die meisten Niederschläge fallen in die drei Sommermonate. Im Seeklima Nordwestdeutschlands verschiebt sich das Maximum etwas gegen den Herbst hin, in den hohen Berglagen überwiegen zwar meist die Winterniederschläge, aber auch die Sommerniederschläge sind dort reichlich genug. Auch im trockneren Osten verteilen sich die übrigen Jahresniederschläge (außerhalb des Sommers) wenigstens ziemlich gleichmäßig (6—8% je Monat).

H. Mayr hat als Minimum für das Vorkommen von Wald 50 mm Niederschlag für die vier Vegetationsmonate Mai—August gefordert, wenn die relative Luftfeuchtigkeit durchschnittlich hoch liegt (was allerdings nur sehr selten zusammenfällt) oder 100 mm, wenn sie niedrig ist, aber wenigstens nicht unter 50% sinkt.

Derartige abgerundete Zahlen können natürlich nur grobe Näherungswerte darstellen. Da wir von den verschiedenen Trockengrenzen des Waldes (Steppe, Prärie, Savanne usw.) zu wenig meteorologische Daten, namentlich über die relative Feuchtigkeit haben, lassen sie sich schwer nachprüfen. Sie scheinen nach einigen vorhandenen Daten eher etwas zu niedrig geschätzt zu sein.

In Deutschland ist jedenfalls diese Minimumgrenze nirgends auch nur nahegerückt. Selbst in den trockensten Gebieten fallen bei uns in den vier Monaten Mai—August noch immer über 200 mm bei mindestens 65—70% relativer Luftfeuchtigkeit. Deswegen ist Wald bei uns überall möglich. Die Trockengrenze für diesen liegt ja auch tatsächlich erst viel weiter südöstlich im russischen Steppengebiet.

Wohl aber leidet der Jungwuchs im Walde, der mit seinen flach streichenden Wurzeln stärker der Gefahr oberflächlicher Bodenaustrocknung ausgesetzt ist, vielfach, namentlich im Osten, durch einzelne Trockenperioden im Frühjahr und Sommer. Die dem Kiefernforstwirt leider nur zu bekannte Frühjahrsdürre (Maidürre) bringt oft große Verluste in jungen Saaten und Pflanzungen. Ältere Bäume ertragen selbst solche Trockenzeiten meist noch immer leidlich gut. Nur die Fichte hat in Dürrejahre, wie z. B. 1904 und 1911, auf trockneren Standorten auch in älteren Stämmen massenhaftes Eingehen gezeigt. In Fällen geringerer Schädigung fand Wiedemann¹ langjährige und schwere Wuchsstockungen, die sich an solche Dürrejahre anschlossen. Er stellt fest,

¹ Wiedemann, E.: Zuwachsrückgang und Wuchsstockungen der Fichte. Tharandt 1925.

daß diese Schäden in Sachsen von den niederschlagsreicheren Gebieten im Erzgebirge nach den niederschlagsärmeren Tieflagen zu (natürliche Grenze der Fichte vgl. S. 63) häufiger und stärker wurden. Er fand dabei, daß einen viel schärferen Ausdruck für den Trockencharakter, als ihn der Jahresniederschlag gibt, die Zahl der Dürremonate (mit unter 40 mm Niederschlag) bildet. Diese Zahl steigt nämlich erheblich stärker an, als der Gesamtniederschlag abnimmt.

Zuwachsrückgänge haben sich auch bei andern Holzarten nach Dürrejahren gezeigt. So stellten Böhmerle und Cieslar¹ solche an den verschiedensten Bäumen für 1904, Schwappach² auch für die genügsame Kiefer für frühere Trockenperioden fest. Wir sehen also, daß trotz der im allgemeinen günstigen Niederschlagsverhältnisse in Deutschland doch einzelne Trockenzeiten das Minimum vorübergehend oft recht nahe rücken. Die Rücksichtnahme auf den Wasserfaktor spielt deswegen in der Forstwirtschaft auch eine viel wichtigere Rolle als die auf den Wärmefaktor.

Das Wasser im Boden. Das Niederschlagswasser, das zu Boden gelangt und nicht an dessen Oberfläche oder auf dem Umwege durch die Wurzeln und Blätter der Pflanzen wieder verdunstet wird, sammelt sich in den verschiedenen Bodenschichten zwischen den Bodenteilchen an und dient hier, soweit diese im Wurzelbereich liegen, als Bodenwasser den Pflanzen als dauernde Quelle für die Wasserentnahme³. Soweit es, im Überschuß vorhanden, in den oberen Schichten nicht festgehalten wird, sinkt es tiefer ab und sammelt sich über undurchlässigen Schichten als sog. Grundwasser an. Seitlich austretend speist es dann unsre Quellen, Bäche und Flüsse. Es kann aber auch kapillar aufsteigend den Wasserverlust der oberen Schichten in Trockenzeiten wieder ausgleichen.

Der verschiedene Grad der Bodenfeuchtigkeit wird in Gewichtsprozenten des Wassergehalts der entnommenen Bodenprobe festgestellt. In der forstlichen Praxis bedient man sich einiger mehr schätzungsmäßiger Ausdrücke, indem man von „naß, feucht, frisch, trocken und dürr“ spricht und dafür gewisse Anhaltspunkte als ungefähren Maßstab gibt⁴. Eine allgemeine Übersicht über die Bodenfeuchtigkeit innerhalb der einzelnen Gebiete Deutschlands läßt sich nicht geben, da hier auf kleinstem Raum oft die verschiedensten Verhältnisse vorliegen, die von Höhen- und Tiefenlage, undurchlassenden Schichten im Untergrund und Bodenart viel mehr beherrscht werden als von allgemein klimatischen und geographischen Unterschieden. Im großen und ganzen sind aber unter sonst gleichen Verhältnissen die Böden in den niederschlagsreicheren Gebieten (Nordwest- und Süddeutschland) und in den Gebirgen doch immer feuchter als im Osten, zumal hinzukommt, daß sandige Böden das Wasser viel schlechter halten als lehmige. Hierdurch wird der Unterschied zwischen Osten einerseits, Westen und Süden andererseits noch verschärft, da hier die Lehm Böden, dort die Sandböden, namentlich im Walde, vorherrschen. Weiter gilt allgemein, daß der Boden in örtlichen Tieflagen, wie in Mulden und Tälern, im allgemeinen immer feuchter ist als in umgebenden Hängen, auf Kuppen und Rücken. Im Gebirge selbst nimmt die Bodenfrische gewöhnlich mit größerer Höhe zu. In der sandigen Tief-

¹ Böhmerle: Die Dürreperiode 1904 und unsere Versuchsbestände. Zbl. f. d. ges. Forstwes. 1907. — Cieslar: Einige Beziehungen zwischen Holzzuwachs und Witterung. Ebenda 1907.

² Schwappach: Die Kiefer. Neudamm 1908.

³ Unsere Waldbäume besitzen übrigens auch in dem hohen Wassergehalt ihrer Stämme (bis 50 %) eine Hilfsquelle, die bei eingeschränkter Verdunstung in Fällen der Not über Trockenzeiten hinweghelfen kann. Daher und wegen der tieferen Bewurzelung wohl auch die größere Widerstandsfähigkeit alter Stämme gegenüber dem Jungwuchs.

⁴ Vgl. die Anleitung der dtsh. forstl. Versuchsanst. zur Standorts- und Bestandsbeschreibung von 1909.

ebene Norddeutschlands wird sie in erster Linie von der Korngröße des Sandes, seinem Humusgehalt und der stark wechselnden Höhe des Grundwasserspiegels beherrscht. Oft nur ganz geringe, im Freien kaum merkbare Geländeneigungen können hier schon starke Unterschiede bedingen.

Diese oft auf kleinster Fläche wechselnden Verhältnisse können Wuchs- und Ertragsleistungen unserer Waldbestände oft entscheidend beeinflussen und die Wirkung des Allgemeinklimas der Gegend ganz verdecken oder verschieben. Auch in einem Trockengebiet kann eine Holzart auf einer feuchten Bodenstelle Höchstleistungen zeigen, dicht daneben auf einer trockenen Erhebung Geringleistung. Ohne sichere Kenntnis von der Gleichheit dieses Faktors ist jeder Versuch zur Berechnung des Wertes von anderen Faktoren (Wärme, Niederschlag, Licht usw.) größten Fehlerquellen ausgesetzt (vgl. auch S. 114).

Ramann¹ fand, daß im großen Durchschnitt unsere Sandböden nur etwa 2—4%, Lehm Böden aber 10—20% (Gewichtsprozente) Wasser enthalten. Im Laufe des Sommers findet in den oberen Schichten, hier und da unterbrochen durch bedeutendere Niederschläge, eine stetige Abnahme durch die oberflächliche Verdunstung und den Wasserverbrauch der Pflanzen statt, so daß im Spätherbst gewöhnlich ein Minimum eintritt. Da im Winter die Verdunstung herabgesetzt ist und der Verbrauch durch die Pflanzen so gut wie wegfällt, so steigt dann der Wasservorrat wieder langsam an, um im Frühjahr vor Beginn der Vegetation wieder ein Maximum zu erreichen. Es ist das jene in der Land- wie Forstwirtschaft so wohlbekannt und hochgeschätzte „Winterfeuchtigkeit“, die ganz gewiß bei der Überwindung mancher Frühjahrstrockenzeit oft die einzige Rettung bildet.

Der Grundwasserstand ist örtlich beinahe noch wechselnder wie die Bodenfeuchtigkeit. Er kann von oberflächlichem Anstehen bis zu großen Tiefen von 70 m und mehr schwanken. Für die tiefer wurzelnden Waldbäume kommt wohl auch ein Grundwasserstand in Betracht, der noch über 2 m hinabgeht, namentlich wenn die kapillare Aufstiegsmöglichkeit durch feinkörnige Bodenstruktur begünstigt ist. Aber gerade in den Sandgebieten des Ostens, wo eine Hilfe nach dieser Beziehung oft sehr erwünscht wäre, ist das nur in geringem Maße der Fall. Hier dürfte der kapillare Aufstieg meist nur etwa 50 cm betragen, während auf lehmigen und tonigen Böden sehr bedeutende Steighöhen nachgewiesen sind². Im allgemeinen zeigt der Grundwasserstand auf Sandböden nur bei flacherem Anstehen als 2 m eine starke Förderung des Wachstums und Gedeihens unserer Waldbäume, da in größere Tiefen hinab eben doch nur wenige Wurzeln hinuntergehen und die Mehrzahl sich in der oberen Schicht bis höchstens 1 m hält. Da, wo sich die Wurzeln der Waldbäume auf ein bestimmtes Grundwasserniveau eingestellt haben, schadet eine länger dauernde Senkung, wie sie z. B. bei Wasserabzapfungen in der Nähe großer Städte, Meliorationen u. dgl. stattfindet, meist sehr stark und auffällig. Besonders bei alten Eichenbeständen hat man dann öfters Kronentrocknis und langsames Absterben beobachtet³.

Die Verdunstung. Ein tief in den Wasserhaushalt des Bodens und der Luft eingreifender Vorgang ist die Verdunstung. Sie steigt im allgemeinen proportional der Temperatur, mit zunehmendem Sättigungsdefizit der Luft an Wasserdampf und mit zunehmender Windbewegung. Sie ist daher am größten in

¹ Ramann: Forstliche Bodenkunde.

² Ramann: Bodenkunde, 3. Aufl., S. 342.

³ Oelkers: Trauben- und Stieleiche in der Provinz Hannover. Z. f. Forst- u. Jagdwes. 1923, S. 109 (Eingehen der Stieleiche in der Eilenriede bei Hannover). — Vater: Die Sicherstellung des Wasserbedarfs des Waldes. Bericht über die Versammlung d. sächs. Forstver. 1905 u. 1913 (Massenhaftes Absterben von alten Eichen-, Eschen-, Erlen- und Fichtenbeständen im Naunhofer Revier durch Anlage eines Wasserwerks der Stadt Leipzig).

warmen Gegenden und in warmen Zeiten, in trockner Luft und an windausgesetzten Orten.

Je nachdem die Niederschläge oder die Verdunstung überwiegen, unterscheidet man ein humides und arides Klima.

Lang fand einen brauchbaren Näherungswert für das Verhältnis der Niederschläge zur Verdunstung in seinem „Regenfaktor“, d. h. dem Verhältnis von Jahresniederschlag zur mittleren Jahrestemperatur und die Grenze zwischen aridem und humidem Gebiet etwa bei einer Größe dieses Faktors = 40 (z. B. in Braila am Schwarzen Meer $\frac{430 \text{ mm Niederschlag}}{10,5^\circ \text{ Jahresmittel}} = \text{rd. } 41$). Albert¹ stellte aber fest, daß dieser Regenfaktor für die

Bezeichnung der feineren klimatischen Verschiedenheiten innerhalb eines enger umgrenzten Gebietes zu ungenau ist und zu manchen Widersprüchen führt. Er hat vorgeschlagen, dafür den auf frostfreie Zeit reduzierten Regenfaktor einzusetzen, da mit Eintritt des Frostes die Verdunstung und ebenso das Einsickern der Niederschläge in den Boden so gut wie bedeutungslos wird, und das Verhältnis daher im allgemeinen nur durch ihre Wechselwirkung in den frostfreien Monaten (mit Mitteln, die bei 0 und darüberliegen) bestimmt werden muß. Die von ihm daraufhin berechneten Werte für etwa 100 deutsche Stationen geben jedenfalls für Norddeutschland eine sehr gute Übereinstimmung mit den bekannten bodenklimatischen Typen, die sich auf das Verhältnis Niederschlag : Verdunstung aufbauen, und dieser Albertsche, auf frostfreie Zeit reduzierte Regenfaktor dürfte auch für die Ökologie der Pflanzen einen großen Wert haben.

Die Luftfeuchtigkeit. Von der Höhe der Niederschläge und der Größe der Verdunstung hängt neben der Bodenfeuchtigkeit auch der Gehalt der Luft an Wasserdampf ab, den man in Gramm für den Kubikmeter ausdrückt (absolute Luftfeuchtigkeit). Wichtiger ist aber für die Pflanzenökologie die relative Luftfeuchtigkeit, die man in Prozenten zu beziffern pflegt. Sie gibt an, wieviel von dem bei der betreffenden Temperatur überhaupt möglichen Wassergehalt die Luft z. Z. enthält. Bei einer relativen Luftfeuchtigkeit von 100%, meist schon etwas darunter, tritt Niederschlag ein. Eine relative Luftfeuchtigkeit von 50% würde also bedeuten, daß nur die Hälfte des zur Niederschlagsbildung nötigen Wasserdampfs in der Luft enthalten ist.

Den schärfsten Ausdruck für den Grad der Verdunstungsmöglichkeit bildet aber das Sättigungsdefizit, das die Menge des zur Sättigung der Luft noch fehlenden Wasserdampfes in Millimetern (Quecksilberdruck) oder Gramm (Wasser auf 1 cbm Luft) angibt. Es sinkt und steigt bei gleicher absoluter Feuchtigkeit mit fallender bzw. zunehmender Temperatur. Mit ihm sinkt und steigt auch die Verdunstung. Im allgemeinen aber bedient man sich in der Meteorologie und Pflanzenökologie mehr der Angaben der relativen Luftfeuchtigkeit, welche umgekehrt bei höheren Graden geringere, bei niedrigen stärkere Verdunstungskraft anzeigt.

Die relative Luftfeuchtigkeit schwankt im Verlauf des Tages stark mit der wechselnden Temperatur, die Mittel aber zeigen ziemliche Ausgeglichenheit. Sie betragen im Jahresdurchschnitt für ganz Ost- und Mitteldeutschland etwa 75—80% und sinken in den Frühlings- und Vorsommermonaten (Mai, Juni) meist auf nur etwas über 70%. Nur im mittleren Westen und Süden sind die Mittel stellenweise noch niedriger, etwa um 5—10% (Frankfurt a. M.—Bamberg—Nürnberg). Hier sinken sie im Mai—Juni verschiedentlich sogar bis auf 65%. Einen großen unmittelbaren Einfluß auf die Pflanzenwelt dürften diese Unterschiede aber doch nicht haben.

Einwirkung des Waldes auf den Wasserfaktor. Die Einwirkung des Waldes selbst auf den Wasserfaktor ist sehr bedeutend. Wir wollen zunächst die Niederschläge betrachten.

Hierbei soll aber die oft aufgeworfene und ebenso oft verschieden beantwortete Frage nicht weiter berührt werden, ob der Wald auf die Niederschläge des außerhalb gelegenen Gebietes einwirkt. Sie ist bei kritischer Betrachtung der tatsächlich exakt durchgeführten

¹ Albert: Chem. d. Erde 1928, S. 27ff.

Untersuchungen wohl dahin zu beantworten, daß eine Erhöhung, wenn überhaupt, nur in ganz geringem Grade (ein oder wenige Prozent) stattfinden dürfte.

Niederschläge im Walde. Innerhalb des Waldes und jedes Einzelbestandes findet eine sehr starke und sicher nachgewiesene Beeinflussung statt. Die Niederschläge werden zu einem großen Teil an den Baumkronen von den Blättern und Ästen abgefangen. Ein Teil davon tropft zwar noch nachträglich zu Boden oder läuft an Zweigen und Stämmen herunter, ein anderer Teil aber verdunstet und geht dem Waldboden verloren.

Die an zahlreichen Orten in Deutschland, Österreich, in der Schweiz und in Frankreich durchgeführten Vergleichsmessungen des Niederschlags im Walde und im Freiland haben je nach der Aufstellung der Regenmesser auf dichter oder lockerer geschlossenen Bestandsstellen und je nach dem Alter der Bestände beträchtliche Abweichungen voneinander ergeben¹. Im allgemeinen aber kann man daraus etwa folgende Zahlen für die durchschnittlichen Verhältnisse entnehmen:

Es werden vom Gesamtniederschlag im Walde unter mittelalten Beständen zurückgehalten:

Bei Lärche 10—15%, bei Kiefern 15—25%, bei Buchen 25—30%, bei Fichten 25—35% (in Österreich betrug der Durchschnitt bis über 40%!).

Von diesem Verlust ist aber noch das am Schaft ablaufende Wasser abzuziehen, das nur in einer Reihe von Einzelfällen besonders gemessen wurde. Es dürfte aber nach den Untersuchungen von Hoppe² im allgemeinen nur bei den Laubhölzern mit schräg aufwärts gerichteten Seitenästen, wie besonders bei der Buche, ins Gewicht fallen, wo es bis zu 10% und darüber betragen hat, während es bei Fichten kaum 1% erreichte.

Den Gang des Niederschlages im Walde in den verschiedenen Monaten zeigt eine Untersuchung von Schubert³ für die Jahre 1882—1896.

Danach betrug der Niederschlagsverlust in Prozenten:

	Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.
Unter Kiefern:												
Eberswalde (24 m)	14	23	24	32	24	24	26	27	26	28	24	26
Kurwien i. Ostpr. (130 m)	11	14	17	16	25	20	21	19	19	20	19	16
Unter Buchen:												
Mariental i. Braunschweig (128 m)	18	13	18	27	31	39	43	43	40	34	23	18
Friedrichroda i. Thüringen (444 m)	14	7	11	23	31	29	24	30	31	26	18	8
Unter Fichten:												
Sonnenberg i. Harz (777 m)	7	+2	+1	23	21	24	26	25	21	15	10	5
Schmiedefeld i. Thüringer Wald (712 m)	8	6	7	34	32	39	38	37	32	28	19	12

Bei allen drei Holzarten zeigt sich also deutlich eine starke Zunahme der Verluste vom Frühjahr bis in den Sommer hinein und ein allmähliches Geringerwerden im Herbst bis zum Winter, wo der Einfluß am allergeringsten ist.

Bei der Buche würde sich das sehr einfach durch den Unterschied der belaubten und unbelaubten Zeit erklären, nicht aber bei den beiden Nadelhölzern, deren Kronendichte durch die neuen Triebe im Frühjahr kaum eine so starke Zunahme erfahren dürfte. Es

¹ Eine sehr ausführliche Zusammenstellung hierüber in Bühler: Waldbau Bd. I, S. 177.

² Hoppe: Regenmessung unter Baumkronen. Mitt. a. d. forstl. Versuchswes. Österr. 1896, H. 21.

³ Schubert, J.: Niederschlag, Verdunstung, Bodenfeuchtigkeit, Schneedecke in Waldbeständen und im Freien. Meteorol. Z. 1917, H. 4/5.

werden ja dafür auch alte Nadeln abgestoßen. Im übrigen setzt auch der Anstieg fast in allen Fällen schon im März oder April, also vor dem Austreiben, ein. Schubert erklärt das mit dem höheren Schneeanteil der Niederschläge in den Wintermonaten. Es ließ sich nämlich feststellen, daß der Wald vom Schnee nur $\frac{1}{10}$ abfängt und nicht zum Regenschirm gelangen läßt, vom Regen aber $\frac{3}{10}$, so daß die Unterschiede in den Wintermonaten dadurch schwächer als im Sommer ausfallen müssen.

Übrigens werden im Walde die schwächeren Niederschläge ungleich stärker abgefangen als die stärkeren. Von Niederschlägen unter 1 mm kommt im Walde meist überhaupt nichts mehr zu Boden!

Die ebenfalls vielerorts angestellten Beobachtungen über die Höhe und Dauer der winterlichen Schneedecke im Walde gegenüber dem freien Lande haben zu keinem ganz übereinstimmenden und eindeutigen Ergebnis geführt, was auch nicht wundernehmen kann, wenn man hier die Unterschiede auf kleinstem Raum beobachtet, wie sie sich an dünnen Schneedecken beim Auftauen oft dicht nebeneinander finden. Kleine Unebenheiten des Bodens, Wechsel der Bodenflora u. a. m. bedingen diese Unterschiede. Nur für den Fichtenwald im Gebirge ist allgemein eine im Winter zwar etwas geringere, dafür aber im Frühjahr später abtauende und dann etwas höhere Schneedecke festgestellt worden¹.

Die Luftfeuchtigkeit im Walde. Was die Luftfeuchtigkeit betrifft, so ist der absolute Wasserdampfgehalt der Luft in 1 m Höhe über dem Boden im Innern des Waldes meist nicht höher wie im Freien, dagegen haben die Vergleichsmessungen von Müttrich, Bühler und Ebermayer² für die relative Luftfeuchtigkeit ein Mehr im Walde von etwa 3—5% ergeben.

Die Richtigkeit der Zahlen ist allerdings nach den Schubertschen Untersuchungen über die Fehler der Forstlichen Hütte (vgl. S. 123) zweifelhaft. Wahrscheinlich sind sie noch etwas zu hoch.

Die Verdunstung im Walde. Viel wichtiger ist demgegenüber die bedeutende Herabsetzung der Verdunstung im Walde, d. h. im Bestandsinnern. Sie ist bedingt durch die verringerte Wärmestrahlung und den größeren Windschutz im Walde. Übereinstimmend wurde von allen Beobachtern mit dem Evaporimeter (Verdunstungsmesser) für eine freie Wasseroberfläche ein Weniger von 40—50% Verdunstung im Wald gegenüber dem Freien gefunden. Wieweit auch der Boden im Walde an dieser Herabsetzung der Verdunstung teilnimmt, hängt im einzelnen sehr davon ab, ob er nackt, mit Laub- oder Nadeln bedeckt oder mit Bodenpflanzen bewachsen ist.

Wenn so dem Weniger an Niederschlägen von vielleicht 20—25% ein Weniger an Verdunstung von 40—50% gegenübersteht, so scheint damit die Bilanz für den Wald gegenüber dem Freiland zunächst günstig zu sein. Hierzu kommt aber noch die Verdunstung der Bäume selbst. Und diese ist sehr bedeutend. Es gibt leider keine zuverlässige Möglichkeit, um die gesamte Verdunstungsmenge eines Bestandes festzustellen. Man hat dies bisher nur annäherungsweise durch Messungen an jungen Pflanzen und Umrechnung der Ergebnisse auf die ungefähre Blattmasse eines älteren Bestandes versucht. Grundlegend sind hier die mehrjährigen Untersuchungen durch v. Höhnel³ an der Österreichischen Forstlichen Versuchsanstalt in Mariabrunn. Die in Töpfe gesetzten, etwa 5jährigen Pflanzen wurden regelmäßig gewogen und die Wasserverdunstung nach dem Gewichtsverlust festgestellt. Nach der bei den Versuchs-

¹ Schubert, J.: Die Höhe der Schneedecke im Walde und im Freien. Z. f. Forst- u. Jagdwes. 1914, S. 567ff.

² Vgl. die Zusammenstellung bei Bühler: a. a. O., S. 148.

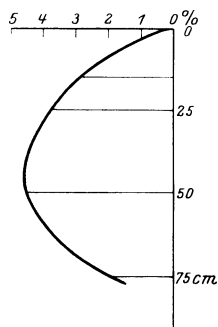
³ Höhnel, v.: Über die Transpirationsgrößen der forstlichen Holzgewächse. Mitt. a. d. forstl. Versuchswes. Österr. Bd. 2, 1879 u. 1880; ferner Zbl. f. d. ges. Forstwes. 1884.

pflanzen ermittelten Blattzahl bzw. dem Blatttrockengewicht wurden dann die Verdunstungsgrößen für die entsprechende Blattmenge alter Stämme und Bestände berechnet. Daß dieses ganze Verfahren nur grobe Näherungswerte liefern kann, ist klar. Aber es gibt uns doch wenigstens eine ungefähre Vorstellung von dem Wasserverbrauch durch den Wald selbst. So berechnete v. Höhnel für einen 115jährigen Buchenbestand eine jährliche Verdunstungsgröße, die einem Niederschlag von 272 mm entspricht, für 50—60jährige Buchen 233 mm.

Vater fand für Buchen 290 mm, für Fichte 255 und für Kiefer 103 mm, Burger für Buche 210 mm, Fichte 170—180 mm, Eiche 120 mm und für Kiefer nur 47 mm¹. Die Unterschiede der einzelnen Berechnungen rühren in der Hauptsache von den verschieden hoch angesetzten Blattmassen her. Es darf aber nicht übersehen werden, daß die Übertragung der Höhnel'schen Transpirationszahlen, die an jungen Topfpflanzen gewonnen wurden, auf alte Bäume mit einem Laubwerk, das unter ganz anderen Belichtungsgraden und anderen Luft- und Windverhältnissen steht, noch große Unsicherheiten und Fehlermöglichkeiten enthält.

Es ist eine aus der Pflanzenphysiologie längst bekannte Tatsache — und die Höhnel'schen Versuche haben sie erneut bestätigt —, daß die Pflanzen ihre Transpiration nach dem vorhandenen Wasservorrat erhöhen und erniedrigen. Die Pflanzen folgen also hier nicht einfach den physikalischen Gesetzen der Verdunstung, sondern regeln diese nach ihren Lebensbedürfnissen! Aus alledem erhellt, daß die obengenannten Zahlen mit größtem Vorbehalt aufzunehmen sind.

Die Bodenfeuchtigkeit im Walde. Auf viel sichererem Grund stehen wir, wenn wir die Bilanz von Niederschlag und Verdunstung im Walde in dem Verhalten der Bodenfeuchtigkeit selbst suchen. Hier hatte schon Ramann² gefunden, daß diese auf den untersuchten Böden um Eberswalde regelmäßig unter älterem Waldbestand bedeutend geringer war als auf Blößen oder Schlagflächen daneben. Nur die oberste 2—5 cm starke Schicht machte eine Ausnahme und war häufig etwas feuchter. In der Wurzelschicht von 15—50 cm aber zeigte sich während der ganzen Vegetationszeit ein Weniger an Wasser gegen die benachbarte Blöße. In tieferen Lagen von 0,75 bis 1 m glich sich der Feuchtigkeitsgehalt der Vergleichsflächen dann wieder aus. Es war also offensichtlich die Hauptwurzelschicht der Waldbäume, auf die sich die Austrocknung beschränkte. Sie wurde sowohl für Kiefer wie Buche festgestellt. Ein deutlicher Unterschied der Holzarten im Grade der Austrocknung ergab sich nicht.



Eine anschauliche Darstellung des Fehlbetrages unter einem alten Buchenbestand gegen eine große (sogar stark vergraste) Kahlschlagfläche bietet die von Schubert entworfene graphische Darstellung nach einer der Ramann'schen Untersuchungen (Abb. 44). Zu ganz gleichsinnigen Ergebnissen gelangte man auch bei Untersuchungen in Bayern, in der Schweiz und in Rußland³.

Den schärfsten Grad der in die Tiefe gehenden Austrocknung des Waldbodens durch die Baumwurzeln bezeichnen aber wohl jene Fälle, in denen man sogar eine Senkung des

Abb. 44. Fehlbetrag des Wassergehaltes im Waldboden gegenüber der Kahlfäche. Nach Schubert auf Grund der Ramann'schen Analysen. Der Waldboden zeigt sich in der Schicht des Hauptwurzelsraums um 3—4% wasserärmer als auf der Kahlfäche, oben und unten gleichen sich die Unterschiede aus.

¹ Zitiert nach den Angaben von Büsgen u. Münch: Bau und Leben der Waldbäume, S. 296. 1927.

² Ramann: Wassergehalt diluvialer Waldböden. Z. f. Forst- u. Jagdwes. 1906, S. 13ff.

³ Morosov: Die Lehre vom Walde, S. 177. (Deutsch.) Neudamm 1928.

Grundwasserspiegels unter dem Walde gefunden hat, z. B. am Rande der russischen Steppe (vgl. Abb. 45). Gleiche Feststellungen hat man auch anderswo gemacht¹. In Fällen, wo das Grundwasser fließt, und ein steter seitlicher Ausgleich stattfindet, oder wo es überhaupt außer dem Wurzelbereich liegt, fehlen solche Unterschiede natürlich. Sie stellen wohl überhaupt nur seltenere Fälle dar.

Eine günstige Wirkung übt dagegen der Wald auf den Wasserhaushalt stark geneigter Gebirgshänge aus, indem er gegenüber unbewaldeten Gebieten den Wasserabfluß besser regelt und ausgleicht. Das wenigstens ergaben vieljährige Beobachtungen in der Schweiz in zwei verschieden stark bewaldeten Seitentälern (Sperbelgraben 97%, Rappengraben 31% bewaldet²). Im stärker bewaldeten Gebiet war der Abfluß nach starken Niederschlägen langsamer, in Trockenzeiten aber anhaltender und nachhaltiger. Während im schwach bewaldeten Gebiet die Bäche austrockneten, liefen sie im stark bewaldeten noch lange. Nach langen Landregen, wo der Boden sich allmählich überall vollsaugt, verschwanden die Unterschiede aber wieder.

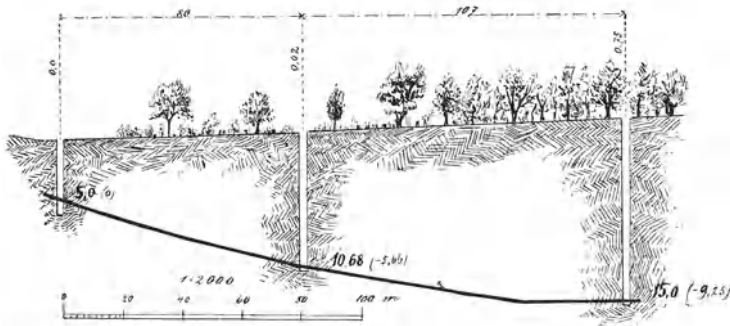


Abb. 45. Grundwasserstand im Schipow-Wald (Grenze von Wald und Steppe). Nach Ototzki. Der Grundwasserhorizont zeigt eine deutliche und starke Senkung von der Steppe (links) zum Walde (rechts) von 5,0 auf 15,0 m.

Lokale Feuchtigkeitsverhältnisse. Daß in bezug auf die Feuchtigkeit im Walde neben den allgemeinen Verhältnissen ganzer Gebiete auch eine große Verschiedenheit auf kleinem und kleinstem Raum herrscht, wurde schon erwähnt. Man kann sogar sagen, daß hier ein starker örtlicher Wechsel die Regel ist. Das gilt nicht nur im Gebirge, wo Berg und Tal, Hochebene und Hang und die verschiedenen Expositionen je nach Beregnung, Besonnung und Windbewegung große Feuchtigkeitsunterschiede aufweisen, sondern auch für die norddeutsche Tiefebene. Hier sind auch die kleinsten, oft kaum auffallenden Geländewellen schon von Einfluß auf die Bodenfeuchtigkeit. Auch bei ganz ebener Lage finden sich oft scheinbar unerklärliche Unterschiede, die sich aber im Wuchs des Bestandes und im Wechsel der Bodenflora sehr deutlich ausdrücken. Sie sind meist auf verschiedene Feinkörnigkeit und daher auch verschiedene Wasserhaltung oder auf wechselnden Grundwasserstand infolge der unregelmäßigen Lagerung undurchlässiger Schichten im Untergrund zurückzuführen.

Auch die verschiedenen Bestandsränder zeigen sicher ein abweichendes Verhalten, obwohl wir darüber leider noch keine zahlenmäßigen Angaben

¹ Vgl. Z. f. Gewässerkunde 1899, S. 174.

² Engler: Untersuchungen über den Einfluß des Waldes auf den Stand der Gewässer. Mitt. d. schweiz. Zentralanst. f. forstl. Versuchswes. Bd. 12, 1919.

besitzen und dies mit Chr. Wagner¹ nur aus allgemeinen Erwägungen und Beobachtungen ableiten können. Der offene Westrand genießt mehr Niederschläge, der Nordrand etwas weniger, er hat aber wahrscheinlich auch geringere Verdunstung und offensichtlich (Bodenflora!) größere Bodenfeuchtigkeit. Der Ostrand empfängt die wenigsten Niederschläge, hat auch die schlechtesten Tauverhältnisse, vielleicht aber wegen der Beschattung in der wärmeren Tageshälfte gegenüber dem Westrand geringere Verdunstung. Der Südrand ist nach allen Beobachtungen immer der trockenste.

Wasserverbrauch und Wasserbedürfnis der einzelnen Holzarten. Für die waldbauliche Berücksichtigung des Wasserfaktors wäre zunächst eine zuverlässige Feststellung des Wasserbedürfnisses der verschiedenen Holzarten notwendig. Leider gibt es auch dafür bisher keine einwandfreie zahlenmäßige Bestimmung. Einen gewissen Anhalt bieten nur die Untersuchungen von v. Höhnel², die er über den Wasserverbrauch durch Transpiration an 5—7 jährigen Pflanzen in luftdicht abgeschlossenen Töpfen durch Wägungen angestellt hat.

Die betreffenden Zahlen stellen immer den Durchschnitt von mehreren Versuchspflanzen dar, die während der Versuchszeit teils in der Sonne, teils im Schatten aufgestellt waren, wodurch Höhnel nicht nur den Einfluß der verschiedenen Aufstellung beobachten, sondern mit dem Gesamtergebnis auch mehr dem Durchschnitt im Walde nahekommen wollte, da ja dort auch nur ein Teil des Laubes im vollen Licht, ein anderer mehr im Schatten liegt. Die Versuche wurden während dreier Jahre durchgeführt, von denen aber das erste (1878) nicht vergleichsfähig ist, da die Beobachtungen erst mit Juni einsetzten.

Für die beiden anderen Jahre ergab sich folgende Reihenfolge der Holzarten:

Wasserabgabe durch Transpiration in der Zeit vom 1. April bis 31. Oktober, bezogen auf 100 g Blatttrockengewicht:

1879	1880
1. Lärche 115 kg	1. Lärche 125 kg
2. Esche 98 „	2. Esche 102 „
3. Rotbuche 86 „	3. Birke 92 „
4. Birke 85 „	4. Rotbuche 91 „
5. Hainbuche 76 „	5. Hainbuche 87 „
6. Stiel- und Traubeneiche 66 „	6. Bergahorn 70 „
7. Bergahorn 62 „	7. Stiel- und Traubeneiche 69 „
8. Spitzahorn 52 „	8. Spitzahorn 61 „
9. Fichte 21 „	9. Fichte 14 „
10. Kiefer 10 „	10. Kiefer 12 „
11. Schwarzkiefer 10 „	11. Tanne 9 „
12. Tanne 8 „	12. Schwarzkiefer 7 „

Die beiden Versuchsjahre zeigen zunächst eine verschiedene Größe der Transpiration, die dem Witterungscharakter entspricht. (Die am Evaporimeter für die entsprechende Zeit festgestellte Verdunstung einer freien Wasserfläche betrug 1879 nur 463, 1880 aber 478 mm.) Höhnel fand bei weiteren Versuchen, daß die Verdunstung sich stark nach dem vorhandenen Wasservorrat im Boden richtet. Nach jeder Begießung stieg die Verdunstung in den nächsten Tagen stark an. Bei nachhaltig feuchterer Haltung war sie viel höher als bei trockenerer.

Man bezeichnet das als „Luxusverbrauch“. Andererseits kann man aber auch bei Einschränkung der Transpiration in Trockenzeiten von „Sparverbrauch“ reden. Die Pflanze ist bis zu einem gewissen Grade unabhängig von den

¹ Vgl. auch Teil II bei Blendersaumschlag.

² Mitt. a. d. forstl. Versuchswes. Österr. Bd. 2, S. 293, 1881; Zbl. f. d. ges. Forstwes. 1884, S. 387 ff.

physikalischen Außenbedingungen. Der Grund liegt in der Beweglichkeit der Spaltöffnungen und der Regulierbarkeit ihrer Öffnungsweite. Da diese Vorgänge aber auch noch von anderen Umständen stark beeinflußt werden, sind die ursächlichen Zusammenhänge äußerst verwickelt und schwer zu erforschen¹.

Vergleicht man innerhalb der beiden obigen Jahre die Reihenfolge der einzelnen Arten, so verschiebt sie sich zwar etwas, aber im großen und ganzen bleiben die meisten Arten doch in beiden Reihen ungefähr an derselben Stelle. Scharf und gleichmäßig tritt die viel schwächere Transpiration der Nadelhölzer hervor. Auffallend ist aber nach forstlichen Erfahrungen einerseits der hohe Wasserverbrauch der Lärche und der Birke, von denen letztere doch auf recht trockenen Standorten wächst, andererseits der sehr geringe Verbrauch der Tanne im Verhältnis zur Kiefer, die doch als viel genügsamer gilt. Wir müssen eben hierbei berücksichtigen, daß die obigen Zahlen nur die spezifische Transpiration der Blattmasseneinheit (100 g Trockengewicht) angeben, und daß durch das Maß der Gesamtblaubung der einzelnen Holzarten (gering bei Lärche und Birke gegenüber Buche und Eiche, stark bei Fichte und Tanne gegenüber Kiefer) die Gesamtsumme der Wasserabgabe für den einzelnen Stamm ein teilweise anderes Bild ergeben muß. Ebenso ist ein flaches Wurzelsystem, wie es die Fichte hat, in trockenen Zeiten vielleicht trotz geringer Verdunstung nicht mehr imstande, die Wasserabgabe zu decken, während tiefer wurzelnde Holzarten, wie Buche und Eiche, dies auch trotz stärkerer Verdunstung vermögen. Wir sehen also, daß sich die Feuchtigkeitsansprüche der Holzarten nicht einfach aus solchen Zahlen ableiten lassen, sondern daß wir auch hierfür immer noch mehr oder minder auf die Beobachtungen über die Verbreitung der einzelnen Arten auf trocknen und feuchten Standorten und die Erfahrungen über das Maß ihres Gedeihens auf diesen angewiesen sind.

Die in der forstlichen Literatur hierüber aufgestellten Reihenfolgen stimmen zwar auch nicht ganz überein, namentlich bei den Holzarten mit mittleren Ansprüchen, aber das ist auch nicht so wichtig. Man wird sich damit begnügen können, folgende Hauptgruppen aufzustellen:

I. Geringe Feuchtigkeitsansprüche: Kiefer, Akazie, Birke, Aspe.

II. Hohe Feuchtigkeitsansprüche: Roterle, Esche (mit Ausnahme auf Kalkboden), Pappeln (ohne Aspe), Weiden (mit Ausnahme der kaspischen Weide = *acutifolia*), Fichte, Stieleiche.

III. Mittlere Feuchtigkeitsansprüche: Die übrigen Holzarten.

Die Traubeneiche kann im allgemeinen als genügsamer als die Stieleiche, die Hainbuche ebenso als etwas genügsamer als die Rotbuche gelten. Die Weißerle zeigt eine große Spannweite von feuchten bis zu recht trockenen Standorten, obwohl sie auf letzteren meist nur ein geringes Fortkommen zeigt, ebenso auch die Esche, die auf Kalkböden z. T. auch mit wenig frischen Böden vorlieb nimmt.

Bezüglich der Luftfeuchtigkeit bestehen sehr unsichere Anschauungen. Im allgemeinen schreibt man der Fichte wegen ihrer Verbreitung im Gebirge und der Buche wegen ihrer Verbreitung an der Küste ziemlich hohe Ansprüche zu. Die Lärche soll dagegen in Lagen mit hoher Luftfeuchtigkeit ohne regen Luftwechsel nicht gedeihen, was man auf ihr hohes Transpirationsbedürfnis (vgl. die Höhnelschen Zahlen) zurückführen will². Es ist aber nicht zu verkennen, daß wir bei Beurteilung der Ansprüche unserer Holzarten gerade mit Bezug auf die

¹ Literatur bei Büsgen u. Münch: Waldbäume, S. 213. — Ferner die Untersuchungen von Stalfelt für Kiefer und Fichte in Verh. d. Kgl. schwed. Akad. d. Wiss. Bd. 2, S. 8, 1926; ferner Flora 1927, S. 236 und Planta: Arch. f. wiss. Botan. Bd. 6, H. 2, 1928.

² Schreiber: Beiträge zur Biologie der Lärche. Zbl. f. d. ges. Forstwes. 1921.

Luftfeuchtigkeit nur sehr unsichere und sich vielfach widersprechende Beobachtungen und Erfahrungen besitzen!

Alle Holzarten, auch die sog. genügsamen, sind für ein Mehr an Feuchtigkeit dankbar, soweit es nicht zum Übermaß wird. Auch Kiefer, Birke, Aspe wachsen schneller und geben mehr Masse auf frischeren als auf trocknen Standorten. Es ist also bei ihnen nur das Minimum weit nach unten verschoben.

Gegen ein Übermaß an Wasser, insbesondere stagnierendes Grundwasser, sind alle Holzarten letzten Endes empfindlich, sogar die Roterle, die zwar vielfach auf dauernd nassen Standorten wächst, aber besseres Gedeihen auch dort zeigt, wo ein Heben und Senken des Grundwasserspiegels im Laufe des Jahres stattfindet, oder wo durch fließende Gräben oder Bäche ein dauernder Wasserwechsel stattfindet. Wie schon oben erwähnt, ist daran wohl die Sauerstoffarmut stehenden Wassers, vielleicht auch die Bildung giftig wirkender Stoffe in solchem schuld.

Hiermit hängt auch die Schädlichkeit von Überschwemmungen, besonders länger stehender Sommerhochwasser, zusammen.

Hiergegen zeigen sich besonders empfindlich Rotbuche und Traubeneiche (im Gegensatz zur Stieleiche) und sämtliche Nadelhölzer. Man sieht darin wohl mit Recht den Grund ihres natürlichen Fehlens im Überschwemmungsgebiet unserer Flüsse (Auewald). Auch unsere einheimische Esche und Erle gehen übrigens bei längerer Dauer des Hochwassers ebenfalls ein. Am widerstandsfähigsten hat sich neben der Stieleiche noch die Hainbuche, ferner kanadische Pappel und amerikanische Grauesche gezeigt¹.

Einfluß der Wirtschaft auf den Wasserfaktor. Der Wasserfaktor unterliegt in hohem Maße der Beeinflussung durch die forstwirtschaftlichen Maßnahmen. In erster Linie durch die Schlagführung (Kahlschlag oder Schirmschlag). Es ist aber zu betonen, daß die dem ersteren so oft nachgesagte Bodenaustrocknung nur für die alleroberste Schicht gilt. Und auch das ist nicht einmal immer der Fall. Manchmal zeigt sich nach Kahlabtrieb sogar eine oberflächliche Vernässung (Binsenwuchs, Sphagnummoose u. dgl.), besonders in feuchten Gebirgslagen, auf abflußlosen Hochflächen usw. In der Hauptwurzeltiefe aber ist der Boden nach dem Abtrieb immer feuchter als unter geschlossenem Wald. Das haben bisher alle exakt durchgeführten Untersuchungen (vgl. oben) übereinstimmend ergeben. Die hier hartnäckig vertretenen gegenteiligen Ansichten sind bisher den Beweis noch schuldig geblieben².

Etwas anders liegen aber die Verhältnisse, wenn sich auf vorher unkrautfreiem Boden nach dem Kahlschlag eine starke, wasserverbrauchende Bodenflora einstellt. Dann wird die Bodenfeuchtigkeit natürlich auch noch in tieferen Schichten u. U. ungünstig beeinflusst werden können. Besonders günstig in bezug auf die Feuchtigkeit scheinen kleine sog. Lückenhiebe zu wirken, wie sie in Süddeutschland im Femelschlag- oder auch im Plenterbetrieb (vgl. Teil II) vielfach üblich sind und von Gayer³ besonders warm empfohlen wurden. Auf

¹ Vgl. Klose: Die Hochwasserschäden 1926 in den schlesischen Forsten. Jb. d. schles. Forstver. 1927.

² Einen solchen Gegenbeweis können wir auch in einer an sich sehr interessanten Arbeit von Tschermak nicht sehen, der beim Vergleich zwischen einer Kahlschlag- und einer Schirmschlagfläche am Nordsaum (Blendersaumschlag) eine höhere Bodenfeuchtigkeit gegenüber der Kahlfäche auch nur für die obersten 1—2 cm feststellte, in der ein nennenswerter Anteil von Wurzeln nicht einmal bei jungen Keimpflanzen liegt. (Tschermak, L.: Kahlfäche und Blendersaumschlag, vergleichende Bodenuntersuchungen. Zbl. f. d. ges. Forstwes. 1920, S. 317 ff.)

³ Gayer, K.: Waldbau. 1898. — Der gemischte Wald, seine Begründung und Pflege, insbesondere durch Horst- und Gruppenwirtschaft. 1886.

diesen Lücken findet ja kein Abfangen der Niederschläge, keine Austrocknung des Bodens durch die Baumwurzeln und keine starke Verdunstung wegen des Sonnen- und Windschutzes durch den Seitenbestand statt. Sie vereinigen also in sich alle günstigen Verhältnisse für den Wasserhaushalt. Tatsächlich haben auch Untersuchungen der Bodenfeuchtigkeit auf solchen kleinen Lücken fast durchweg Überlegenheit sowohl gegen den umschließenden Bestand wie gegen das Freiland gezeigt¹.

Ganz anders werden aber die Verhältnisse, wenn die Lücke stark vergrößert wird, so daß die Sonnen- und Windwirkung auch hier einsetzen kann. Besonders zeigt sich dann immer Bodenverhagerung an den Sonnenrändern bis in den umgebenden Altbestand hinein.

Daß auf trockenen Böden schon eine normale Durchforstung, d. h. eine Auflockerung des Kronenschlusses durch Wegnahme einzelner schwächerer und schlechterer Stämme eine Erhöhung der Bodenfeuchtigkeit zur Folge haben kann, hat Albert durch Untersuchungen in zwei Vergleichsflächen im Eberswalder Stadtwald festgestellt². In einem 25jährigen Kiefernbestand hatte die durchforstete gegen die undurchforstete Fläche im Durchschnitt bis zu 40 cm Tiefe einen um 1% erhöhten Wassergehalt. Das bedeutet je Quadratmeter einen dauernden Mehrvorrat von 6 l Wasser im Boden, also eine recht beträchtliche Menge!

Ebenso fördern natürlich alle Maßregeln die Feuchtigkeit, die den Wind vom Boden abhalten, so die Belassung von sog. Windmänteln durch tief herunter beastete Randstämme an Feld- und Schlagrändern, die Unterpflanzung älterer, sehr offener Bestände mit jungem, noch bis unten beastetem Bodenschutzholz und überhaupt jede Schichtenbildung im Bestand. Allerdings kann diese günstige Wirkung auch ins Gegenteil umschlagen, wenn die Herabsetzung der Oberflächenverdunstung durch den Wasserverbrauch der Unterschicht selbst übertroffen wird, was bei zu dichtem Unterstand auf trockeneren Böden der Fall sein kann³. Untersuchungen hierüber fehlen bislang noch.

Zur waldbaulichen Wasserpflege gehört schließlich noch das ganze Gebiet der Bodenbehandlung und Bodenbearbeitung, das hier entschieden größte Wichtigkeit hat, aber erst an anderer Stelle (Teil II) besprochen werden kann.

11. Kapitel. Das Licht.

Wirkung des Lichts auf die Pflanzen. Das Licht ist für alle grünen Pflanzen zunächst unentbehrlich für den Vorgang der sog. Assimilation, durch den im grünen Blatt aus der Kohlensäure der Luft und dem Wasser der Pflanze unter der Einwirkung der Lichtstrahlen zunächst Stärke gebildet wird. Aus dieser gehen dann durch allerlei Umsetzungen auch alle anderen organischen Baustoffe des Pflanzenkörpers hervor. Ohne Licht ist dieser Vorgang unmöglich und wäre alles Leben auf der Erde ausgeschlossen. Das Licht spielt also die bedeutendste Rolle bei der Stoffherzeugung im Walde. Unter sonst gleichen Verhältnissen kann wohl das Gesetz gelten: Je mehr Licht ausgenutzt wird, desto mehr Masse kann gebildet werden⁴. Ganz besonders

¹ Bühler: Waldbau Bd. 1, S. 331.

² Albert: Ungünstiger Einfluß einer zu großen Stammzahl auf den Wasserhaushalt geringer Kiefernböden. Z. f. Forst- u. Jagdwes. 1915, S. 241 ff.

³ Besonders B. Borggreve hat dies in seiner „Holzzucht“ stark betont und auf die hier mögliche Schädigung durch den Unterwuchs hingewiesen.

⁴ Nicht aber darf das Gesetz so ausgedrückt werden: Je mehr Blattwerk, desto mehr Masse. Denn bei sehr dichter Belaubung tritt oft eine zu starke gegenseitige Beschattung und ungenügende Lichtausnutzung ein! (Vgl. auch S. 153.)

wichtig wird das im Walde, in dessen Lebensgemeinschaft der Kampf um das Licht geradezu das Leitmotiv der ganzen Entwicklung bildet.

Neben dieser stoff erzeugenden Kraft des Lichtes steht aber noch eine andere, formbestimmende: Pflanzen, auch Bäume, die im vollen Licht erwachsen sind, zeigen anderen Habitus als im Schatten lebende, und solche Veränderungen erstrecken sich, wie wir sehen werden, bis tief ins Innere hinein, bis auf den Bau der Einzelzelle. Freilich treten mit dem Wechsel des Lichtfaktors in der freien Natur auch immer zahlreiche andere Veränderungen der Lebensbedingungen (Wärme, Feuchtigkeit, Verdunstung u. a. m.) auf. Vieles, was dem Lichte allein zugeschrieben wird, ist oft auch von anderen Faktoren mitverursacht. Aber die experimentelle Forschung hat doch mit Sicherheit nachgewiesen, daß auch das Licht allein solche Formänderungen hervorrufen kann, und für die Wirtschaft ist es schließlich nicht so wichtig, hierbei die einzelnen Faktoren scharf voneinanderzutrennen, wenn sie in der freien Natur zwangsläufig mit dem Lichte verbunden auftreten, wie z. B. mit stärkerem Licht auch höhere Wärme und umgekehrt. Wir werden daher auch hier oft nur von Lichtwirkungen sprechen, selbst wenn dabei vielleicht andere Faktoren mitwirken.

Lichtquellen. Alles Licht kommt zwar von der Sonne, aber nicht alles kommt unmittelbar als Sonnenlicht, sondern vieles nur als sog. zerstreutes oder diffuses Licht. (So z. B. das blaue Himmelslicht, das weiße bis graue Wolkenlicht und das verschiedenfarbige, von den Gegenständen auf der Erde ausgehende Licht.) Bei bedecktem Himmel herrscht nur diffuses Licht, bei Sonnenschein aber erhält jeder Körper außer dem direkten Sonnenlicht immer noch diffuses Licht vom Himmel und von der ganzen Umgebung. Die Intensität des Sonnenlichtes nimmt in der Ebene mit dem höheren Stand der Sonne zu. Sie ist an sich also am Tage am höchsten um Mittag, im Jahre am höchsten im Sommer, auf der Erde am höchsten am Äquator. Im Gebirge nimmt die Intensität des Sonnenlichtes mit der Höhe zu, da die absorbierende Atmosphäre geringer wird. Neben der Intensität kommt aber noch die Dauer und die Verteilung des Sonnenscheins in Betracht. Und hierdurch wird ein Teil der obigen Beziehungen zwischen Sonnenstand und Lichtintensität doch stark verändert. So zeigen die Tropen einen Ausgleich gegen ihren hohen Sonnenstand in ihrer starken Bewölkung, die nördlichen Gegenden einen Ausgleich gegen den niedrigen Sonnenstand in der Länge der Tage im Sommer. Auch in den Gebirgslagen wird die stärkere Sonnenstrahlung wieder durch häufigere Bewölkung abgeschwächt.

Die Sonnenscheindauer ist innerhalb Deutschlands nicht sehr verschieden (meist nur Schwankungen von 100—200 Stunden im ganzen Jahre bei einem Durchschnitt von etwa 1600—1700 Stunden).

Die mittlere Bewölkung (ausgedrückt in einer zehnteiligen Skala, in der 0° = ganz heiter und 10° = ganz bedeckt bedeutet) ist am höchsten in den östlichen und mitteldeutschen Gebirgen 7,0—7,5°. Nordwestdeutschland und Ostpreußen haben etwa 6,5—7,0°, das mittlere ostdeutsche Tiefland und Süddeutschland 6,0—6,5°, und die geringste Bewölkung mit 5,5—6,0° hat die Rhein-Main-Ebene. Jedenfalls ist also in den meisten Gegenden Deutschlands das diffuse Licht das zeitlich weit überwiegende.

Das diffuse Licht ist aber auch in seiner Stärke neben dem Sonnenlicht nicht so gering, wie es auf den ersten Blick erscheinen mag. An einem klaren Sommertag beträgt es noch ein Drittel bis ein Achtel der gesamten Lichtstrahlung.

Zusammenhängende Beobachtungen über das Gesamtverhältnis der beiden Strahlungsarten für das ganze Jahr und für verschiedene Orte fehlen noch. Wir wissen nur aus einzelnen Messungen¹, daß das diffuse Licht in seiner Stärke nach Norden zu, besonders in den arktischen Gebieten, zunimmt. Im Gebirge steigt es nur bis zu einer bestimmten Seehöhe, um

¹ Wiesner, J.: Der Lichtgenuß der Pflanzen. Leipzig 1907.

darüber hinaus (Hochgebirge) wieder abzunehmen. Im Walde, auch schon in der Kronenschicht, wo ein großer Teil der Blätter sich gegenseitig beschattet, hat es jedenfalls eine große Bedeutung. (Es ist überhaupt eine Frage, die m. E. noch nicht geklärt ist, ob und inwieweit die eigentlichen Blattgrünzellen überhaupt noch direktes Sonnenlicht erhalten, da sie ja von Hautzellschichten überlagert sind, die mit ihren Zellwänden und Inhaltskörperchen das Licht größtenteils zerstreuen und in diffuses Licht umwandeln dürften.)

Außer der Intensität des Lichtes ist auch seine Richtung bei allen ökologischen Fragen von Bedeutung. Wir unterscheiden mit Wiesner¹, dem wir umfangreiche und grundlegende Untersuchungen über dieses ganze Gebiet verdanken, 1. das Oberlicht, d. h. das gesamte auf die Horizontalfäche einfallende Licht; 2. das Vorderlicht, das von der Sonne oder dem freien Himmel auf eine Vertikalfläche einstrahlt, z. B. auf eine Wand, einen Wald- oder Bestandsrand; 3. das Hinterlicht, das von einer senkrechten Fläche auf nahestehende Gegenstände zurückgeworfen wird, z. B. von einem Bestandsrand auf einzelne davorstehende Bäume; 4. das Unterlicht, das von einer Horizontalfläche, z. B. hellem Boden, Wasserflächen od. dgl., nach oben zurückgeworfen wird. Diesen von Wiesner aufgestellten vier Fällen, von denen Fall 3 und 4 nur eine geringe Rolle spielen, dürfte noch das sog. Seitenlicht als ein in der forstlichen Praxis gebräuchlicher und wichtiger Begriff anzugliedern sein. Man versteht darunter denjenigen Teil des Oberlichtes, der an einem offenen Bestandsrand, besonders an Schlagrändern, meist schräg von der offenen Fläche her einstrahlt. Ihm gegenüber steht der Seitenschatten (bei Sonnenschein) bzw. die Helligkeitsverminderung (bei diffusem Licht), die der Schlagrand auf die benachbarte Freifläche ausübt.

Der Lichtgenuß der Pflanzen. Die Pflanze erhält aber nicht das gesamte im Freien an irgendeiner Stelle einstrahlende Licht vollständig, da sie sich in ihren verschiedenen Teilen selbst beschattet. In der Lebensgemeinschaft des Waldes ist das noch viel weniger der Fall, da hier ein Glied dem anderen das Licht wegnimmt. Wiesner bezeichnet das Licht, das die Pflanze tatsächlich empfängt, als Lichtgenuß, womit nicht gesagt sein soll, daß sie es auch tatsächlich verwendet oder nicht etwa teilweise durchläßt oder zurückwirft. Relativen Lichtgenuß nennt er dann den Anteil, den das tatsächlich empfangene Licht am Gesamtlicht im Freien bildet. Der relative Lichtgenuß wird in einem Bruch oder in Prozenten ausgedrückt, z. B. bei halbem Lichtgenuß $\frac{1}{2}$ oder 50%, bei viertel $\frac{1}{4}$ oder 25% usw. (wenn das empfangene Licht die Hälfte, ein Viertel usw. des vollen Lichtes im Freien beträgt).

Licht und Blattstellung. Im allgemeinen zeigen die meisten Pflanzen und auch die meisten Waldbäume eine zweckmäßige Einstellung ihrer assimilierenden Organe auf möglichst reichen Lichtgenuß, teils durch Bewegungen ihrer Blätter oder durch Drehungen und Krümmungen ihrer Blattstiele, teils auch durch Wachstumsbewegungen der die Blätter tragenden Sprosse. Nicht alle aber besitzen hier gleiche Empfindlichkeit. Dasjenige Laub, das in seiner Blattlage keine bestimmte Richtung zum einfallenden Licht erkennen läßt, nannte Wiesner aphotometrisch. Hierher gehört z. B. die Kiefer mit ihren allseits gewendeten Nadeln. Im Gegensatz dazu steht das euphotometrische Blatt, das sich senkrecht zur Haupteinfallrichtung des Lichtes, bei Oberlicht also meist horizontal stellt. Diese Erscheinung findet sich besonders bei vielen im Waldschatten aufwachsenden Pflanzen, auch beim Jungwuchs vieler unserer Waldbäume, z. B. bei jungem Buchen- und Tannenaufschlag. Dabei kann man bei Seitenlicht meist auch sofort einen entsprechenden Übergang in die Schräglage feststellen.

¹ Wiesner, J.: Der Lichtgenuß der Pflanzen. Leipzig 1907.

Viele Pflanzen aber zeigen endlich noch ein drittes, andersartiges Verhalten. Sie stellen die dem direkten Sonnenlicht ausgesetzten Blätter mehr oder minder schräg aufrecht oder haben wenigstens aufwärts gebogene Blätter bzw. Blattoberflächen und wehren so das intensivste Sonnenlicht teilweise ab, während sie das diffuse Licht voll genießen. Solche Blätter nannte Wiesner panphotometrisch.

Hierher gehört das Laub vieler unserer Waldbäume in der oberen und äußeren Krone, während es im Innern oder an beschatteten unteren Zweigen euphotometrisch ist. So z. B. Buche, Tanne und Fichte, die im Wipfel schräg aufwärts stehende oder gekrümmte Blätter und Nadeln haben, im Innern und an den unteren Zweigen aber mehr oder minder horizontal stehende (Abb. 46).

Wirkung der verschiedenen Zusammensetzung des Lichtes. Neben der Menge und Richtung des Lichtes ist aber seine Zusammensetzung noch von großer Bedeutung. Wir wissen, daß die gesamte Strahlung, die auf die Erde gelangt, je nach ihrer Wellenlänge sehr verschiedene Wirkungen (Wärme, Licht, Elektrizität, chemische Wirkung) ausübt, und daß die davon als Licht empfundenen nur einen geringen Bruchteil bilden. Die eigentlichen Lichtstrahlen selbst aber spielen auch wieder je nach ihrer Wellenlänge eine verschiedene Rolle im Leben der Pflanze. Im allgemeinen sind die langwelligeren gelbroten Strahlen mehr für den Assimilationsvorgang, die kurzwelligeren blauvioletteten Strahlen mehr für das Wachstum und die Formbildung von Wichtigkeit. Doch ist eine scharfe Abgrenzung vielfach nicht möglich, und die physiologischen Untersuchungen hierüber haben viele Unsicherheiten und manche Widersprüche ergeben. Für die Assimilation ist festgestellt, daß ihr Maximum im Rot liegt, und daß im allgemeinen die Rotgelbstrahlung dabei am meisten beteiligt ist. (Doch wirken auch blauviolette Strahlen mit, ja in Einzelfällen soll sogar ein zweites Maximum in Blau beobachtet worden sein, was allerdings fraglich ist.) Es wäre daher wohl wichtig und wünschenswert, bei Messungen des Lichtes die einzelnen Spektralbezirke zu trennen, wie das Oelkers¹ und Knuchel² auch bei ihren Untersuchungen im Walde getan haben. Da dies aber eine sehr umständliche Apparatur erfordert, die Beobachtungen sehr mühevoll und zeitraubend sind, und da man vorläufig doch nichts Sicheres über die Art und Größe der Wirkung in den einzelnen Spektralbezirken weiß, so hat man sich in der Pflanzenökologie meist mit einfacheren Meßverfahren begnügt, die auf der Schwärzung von photographischen Papieren oder Filmstreifen beruhen

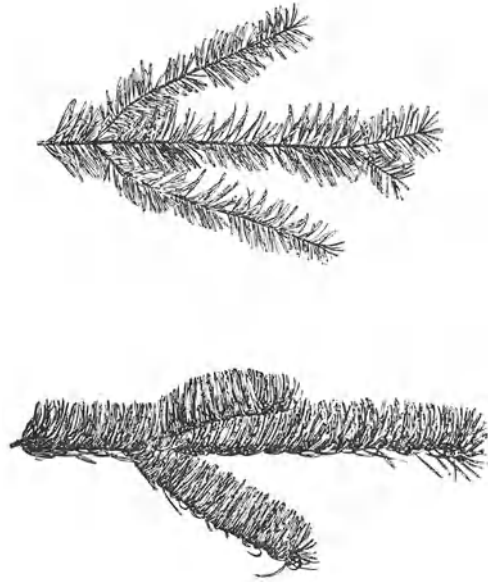


Abb. 46. Oben Schatten-, unten Lichtzweig eines älteren Baums von *Abies Nordmanniana*, die Nadeln im Schatten wagrecht ausgebreitet (euphotometrisch), im Licht senkrecht aufgerichtet (panphotometrisch). Nach Taubert.

¹ Oelkers: Jahrring und Licht. Z. f. Forst- u. Jagdwes. 1914, 1917 u. 1918.

² Knuchel: Spektrophotometrische Untersuchungen im Walde. Mitt. d. schweiz. Zentralanst. f. d. forstl. Versuchswes. Bd. 11, 1914.

(Wiesnersches Photometer¹, Eder-Hechtsches Graukeilphotometer², Lundegårdscher Lichtregistrierungsapparat³ u. a. m.). Oder man bedient sich einfacher Belichtungsmesser, wie sie für photographische Zwecke gebräuchlich sind.

Wenn man damit auch tatsächlich nur die photochemisch wirksamen Strahlen (also mehr die blauen) ermittelt, so kann man namentlich bei vergleichenden Messungen ohne allzu große Fehler annehmen, daß auch der rote Teil des Spektrums sich gleichsinnig und annähernd proportional mitverändert. Freilich scheint das gerade im Walde unter den verschiedenen Holzarten nicht immer der Fall zu sein. Die mühevollen Untersuchungen von Oelkers und Knuchel haben nämlich gezeigt, daß das Kronendach des Waldes und in ihm wieder das Laub und die Kronenbildung der einzelnen Holzarten das Licht in den verschiedenen Spektralbezirken ungleich beeinflußt (sog. selektive Lichtabsorption). Trotzdem haben die einfacheren Meßmethoden doch so brauchbare Ergebnisse geliefert, daß man sie als Näherungswerte um so mehr gelten lassen kann, als sie allein zahlreichere gleichzeitige Augenblicks- und Dauermessungen erlauben, auf die es bei der raschen Veränderlichkeit des Lichtes namentlich bei ziehender Bewölkung für ökologische Zwecke vor allem ankommt.

Messung des Lichtgenusses. Wiesner und andere haben so den Lichtgenuß der einzelnen Pflanzen zu bestimmen versucht. Es zeigte sich auch bei den Waldbäumen, daß dieser Lichtgenuß bei den verschiedenen Arten in sehr weiten Grenzen schwankt. Eine Art braucht volles Tageslicht ($\frac{1}{1}$), eine andere kann noch im tiefsten Schatten ($\frac{1}{100}$ und weniger) wachsen. Wiesner bestimmte für die Baumarten das Minimum des relativen Lichtgenusses, das jede Art mindestens braucht, indem er im Innern der Baumkrone seine Messungen da ausführte, wo die letzten, meist kümmerlichen Blätter gebildet werden. Auch das kann natürlich nur Näherungswerte geben. Denn es ist nicht nur Lichtmangel allein, sondern auch die Konkurrenz der kräftigeren äußeren Blätter und Knospen, die das Ausbleiben der Blattbildung im Innern verhindert. (Man kann z. B. durch Entfernung äußerer Knospen innere zum Austreiben bringen, die sich für gewöhnlich nicht entwickeln.) Wiesner fand folgende Werte für das relative Lichtgenußminimum in der Gegend von Wien:

Lärche	$\frac{1}{5}$	Freistehender Baum.
Esche	$\frac{1}{6}$	Baumgruppe.
Birke	$\frac{1}{9}$	Gartenbaum (üppig entwickelt).
Schwarzkiefer	$\frac{1}{11}$	Freistehender Baum.
Stieleiche	$\frac{1}{26}$	Baumgruppe.
Spitzahorn	$\frac{1}{55}$	Bestand.
Hainbuche	$\frac{1}{56}$	„
Rotbuche	$\frac{1}{60}$	„
„	$\frac{1}{85}^4$	Freistehender Baum.
Buchsbaum	$\frac{1}{108}^4$	„ Gartenstrauch.

Das relative Lichtgenußminimum ist aber nicht für alle Gegenden gleich. Wiesner stellte bei vielen Pflanzen ein Ansteigen mit zunehmender geographischer Breite fest, z. B. für die Birke (*verrucosa*) bei Wien $\frac{1}{9}$, in Drondhjem $\frac{1}{6} - \frac{1}{4}$, für den Spitzahorn bei Wien (48° n. Br.) = $\frac{1}{55}$, bei Hamar i. Norw. (61° n. Br.) = $\frac{1}{37}$, bei Drondhjem (63° n. Br.) = $\frac{1}{28}$ und bei Tromsø (70° n. Br.) = $\frac{1}{5}$! Mit zunehmender Erhebung im Gebirge findet zunächst ein ähnliches Ansteigen statt. Bei höheren Lagen aber tritt dann vielfach ein Konstantwerden bzw. sogar ein leichtes Sinken ein, was Wiesner teilweise mit der Zunahme der Sonnenstrahlung im Hochgebirge erklären will. Übrigens weist er auch darauf hin, daß günstige Ernährungsbedingungen das Minimum etwas nach unten verschieben können (z. B. Gartenboden, Düngung u. a. m.).

Lichtbedürfnis der Holzarten. Die obige Reihenfolge zeigt im allgemeinen eine gute Übereinstimmung mit den aus Beobachtung und Erfahrung gewonnenen Anschauungen der forstlichen Praxis über das verschiedene Lichtbedürfnis der

¹ Wiesner: Der Lichtgenuß der Pflanzen, S. 10ff. 1907.

² Eder, M.: Ein neues Graukeilphotometer für Sensimetrie, photographisches Kopierverfahren und wissenschaftliche Lichtmessungen. Halle 1920.

³ Lundegårdh: Klima und Boden in ihrer Wirkung auf das Pflanzenleben, S. 15. 1925. Von $\frac{1}{80}$ an werden die Messungen unsicher.

Holzarten. Danach gilt etwa folgende Reihenfolge für abnehmendes Lichtbedürfnis:

Lärche, Birke.
Kiefer, Aspe.
Stieleiche, Traubeneiche, Esche (?).
Edelkastanie, Schwarzerle, Schwarzkiefer, Weimutskiefer.
Linde, Ahorn.
Fichte, Hainbuche.
Rotbuche, Weißtanne.
Eibe.

Auch hier besteht übrigens Einigkeit der Anschauungen nur in großen Zügen und mehr an den Enden der Reihenfolge wie in der Mitte. Es wird auch in der Praxis angenommen, daß andere Faktoren (Wärme, guter Boden) das Lichtbedürfnis verschieben können. So soll die Edelkastanie im Süden mehr Schatten vertragen als bei uns. Ebenso fand ich üppig gedeihenden Eichenjungwuchs in Rumänien auch bei so dunklem Stand, in dem er bei uns längst kümmern würde. Dies alles stimmt recht gut mit den Wiesnerschen Feststellungen zusammen.

Licht- und Schattholzarten. Im forstlichen Sprachgebrauch werden die am Anfang der obigen Reihenfolge stehenden Arten von Lärche bis einschließlich der Eiche als Lichtholzarten, die am Ende stehenden von Fichte bis Eibe als Schattholzarten, die übrigen als Halbschattholzarten bezeichnet. Der Gedanke einer derartigen Einteilung stammt von Gustav Heyer¹, der die Erfahrungen der Praxis über das verschiedene Lichtbedürfnis der Holzarten, vor allem bei der Verjüngung, zusammenfaßte, aber auch auf die Wichtigkeit der Unterscheidung bei anderen forstlichen Maßnahmen (Anlage von gemischten Beständen, Durchforstungen usw.) hinwies.

Er machte auch darauf aufmerksam, daß sich das größere Bedürfnis der Lichtholzarten schon in ihrer lockeren Belaubung gegenüber der dichteren der Schatthölzer zeigt, worauf ja letzten Endes auch das von Wiesner festgestellte Minimum des relativen Lichtgenusses beruht. Ebenso wies er auf die wichtige Tatsache hin, daß auch die ganzen Bestände der Lichtholzarten sich besonders mit zunehmendem Alter immer viel lichter stellen, d. h. mehr Licht durchlassen als die Schattholzbestände, offenbar dadurch, daß ihre unteren und inneren Zweige und ebenso die zurückbleibenden Stämmchen schon bei höheren Lichtgraden absterben wie bei den genügsameren Schatthölzern.

Diese erstmalig von Gustav Heyer ausgesprochenen Gedanken haben sich dann bald in der ganzen forstlichen Welt durchgesetzt und sind für die forstliche Praxis von größter Bedeutung geworden. Heyer selbst hatte nur von lichtbedürftigen und schattenertragenden Holzarten gesprochen. Später hat man daraus kurz Licht- und Schattenholzarten gemacht. Diese Ausdrücke, insbesondere der Ausdruck „Schattenholzarten“, sind allerdings nicht ganz glücklich gewählt und insofern irreführend, als sie den Anschein erwecken können, als ob die Schattholzarten das Licht meiden und den Schatten lieben. Das ist natürlich nicht der Fall. Wohl gibt es derartige Pflanzen, die nur auf sehr tiefe Lichtintensitäten abgestimmt sind, wie sie z. B. im Waldesschatten oder in Felshöhlen herrschen. Aber die mit ihren Kronen schließlich immer im vollen Licht wachsenden Waldbäume gehören dazu nicht. Sie ertragen nicht nur das volle Licht — gegen starke Besonnung schützen sich einige u. U. durch schräge Blattstellung (Panphotometrie) —, sondern sie wachsen auch im allgemeinen rascher und besser im

¹ Heyer, G.: Das Verhalten der Waldbäume gegen Licht und Schatten. Erlangen 1852.

vollen Licht. Sie ertragen also nur den Schatten oder richtiger niedrige Lichtintensitäten. Fabricius hat deswegen vorgeschlagen, nur von „schattenfesten“ statt „Schattenholzarten“ zu sprechen. Es wird aber wohl bei dem alten kurzen und gebräuchlichen Namen bleiben, und er genügt auch, wenn man sich dabei bewußt bleibt, daß es sich eigentlich nur um Schattenfestigkeit handelt.

Außer dieser formalen Beanstandung hat die Anschauung von Licht- und Schattenholzarten aber auch noch eine grundsätzliche durch Borggreve¹ und Fricke² gefunden. Borggreve hat sich zwar in erster Linie nur gegen die Auffassung der Schattenholzarten als „schattenliebenden“ und dagegen gewendet, daß die Lichthölzer „Sonne“ haben müßten und nicht auch im diffusen Licht wachsen könnten, wofür er einige beweisende Beispiele in eigenen Beobachtungen und Versuchen beibrachte. Er hat darüber hinaus aber doch auch eine ziemlich zweifelnde Stellung gegenüber einer Abstufung der verschiedenen Holzarten im Grade des Lichtbedarfes überhaupt eingenommen. Es ist jedenfalls bezeichnend, daß nirgends in seinem Lehrbuch eine Reihenfolge der Schattenfestigkeit für die einzelnen Holzarten angegeben wird.

Schattenwirkung oder Wurzelkonkurrenz³. Fricke ging noch weiter. Er meinte, daß alle Holzarten die gleiche Fähigkeit hätten, Licht- und Schattenformen zu bilden, und daß da, wo die sog. Lichthölzer, wie z. B. die Kiefer, im Walde unter Schirm kümmernten, dies nur auf die Wurzelkonkurrenz der älteren Schirmbäume auf trockenen Böden (Wasserentzug) zurückzuführen sei. Er zeigte in Versuchen, daß, wenn man diese Konkurrenz aufhebt, wie z. B. durch Stichgräben um die Jungwuchshorste herum, durch die die Altholzwurzeln abgeschnitten wurden, sich der kümmernde Wuchs sofort besserte. Es fehlte aber der eigentlich entscheidende Versuch, ob nicht bei Entfernung des Schirms, d. h. bei vollem Licht neben Aufhebung der Wurzelkonkurrenz der Wuchs noch viel besser geworden wäre. Jedenfalls bleibt es aber ein Verdienst Fricke's, daß er auf den vielfach übersehenen Einfluß der Wurzelkonkurrenz durch diese Versuche hingewiesen hat. (Die Anschauung von einer recht geringen Schattenempfindlichkeit der Kiefer ist übrigens auch ganz neuerdings wieder in der sog. Dauerwaldbewegung besonders von Wiebecke vertreten worden, ebenso schon früher von Duesberg⁴.)

Die Fricke'schen Versuche über den Einfluß der Wurzelkonkurrenz sind dann in neuerer Zeit von Fabricius⁵ in ähnlicher Weise für die verschiedensten Holzarten wiederholt und im wesentlichen bestätigt worden. Alle Arten zeigten deutlich den fördernden Einfluß durch Aufhebung des Wurzelwettbewerbs mit älteren Schirmbäumen nach Anlage von Ringgräben. In allerletzter Zeit⁶ hat Fabricius dann aber den entscheidenden Vergleichsversuch ausgeführt, den Fricke unterlassen hatte, indem er neben Ausschaltung der Wurzelkonkurrenz auch noch das Verhalten auf benachbarten Freiflächen mit vollem Oberlicht untersuchte. Hierbei zeigte sich nun, wie von vornherein zu erwarten war, daß die Entwicklung dort am allerbesten war. Bei der Kiefer stellte sich das Verhältnis in abgerundeten Zahlen etwa so,

¹ Borggreve, B.: Die Holzzucht, 2. Aufl., S. 120ff. 1891.

² Fricke: Licht- und Schattholzarten, ein wissenschaftlich nicht begründetes Dogma. Zbl. f. d. ges. Forstwes. 1904.

³ Ich ziehe das als Fachausdruck eingebürgerte Fremdwort „Wurzelkonkurrenz“ der Verdeutschung „Wurzelwettbewerb“ auch aus dem Grunde vor, weil Wettbewerb mir für diesen rücksichtslosen Kampf viel zu zahm klingt!

⁴ Duesberg: Der Wald als Erzieher.

⁵ Fabricius: Der Einfluß des Wurzelwettbewerbs des Schirmstandes auf die Entwicklung des Jungwuchses. Forstwiss. Zbl. 1927, S. 329.

⁶ Fabricius: Forstliche Versuche Bd. 7. Forstwiss. Zbl. 1929, S. 477.

daß die Pflanzen im zweijährigen Alter im Schatten des Schirmbestands bei Aufhebung der Wurzelkonkurrenz nur eine Steigerung des Gewichts auf das Zwei- bis Dreifache zeigten. Bei Vollicht im Freiland aber leisteten sie etwa

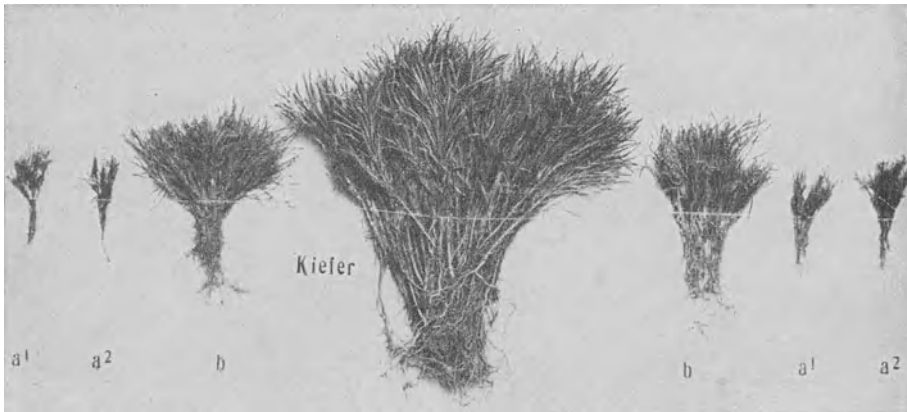


Abb. 47. Einfluß von Lichtentzug und Wurzelkonkurrenz bei der Kiefer. Nach Versuchen von Fabricius. In der Mitte: Entwicklung von Durchschnittspflanzen auf freier Fläche (volles Licht, keine Wurzelkonkurrenz), *b* unter Schirm, Atholzwurzeln durch Isoliergräben abgeschnitten (Halbschatten ohne Wurzelkonkurrenz), *a*¹ und *a*² = wie *b*, aber ohne Isoliergräben (Halbschatten mit Wurzelkonkurrenz).

das Zehnfache gegenüber den beschatteten ohne Wurzelkonkurrenz. Damit erwies sich der Lichtentzug in diesem Falle noch als erheblich schädlicher als die Wurzelkonkurrenz (vgl. Abb. 47).

Durch diese unter möglichst natürlichen Verhältnissen ausgeführten Versuche ist zum erstenmal der Anteil, den Lichtentzug und Wurzelkonkurrenz an der Benachteiligung des Jungwuchses unter Schirm haben, einwandfrei nachgewiesen worden. Da die Versuche außerdem bei verschiedenen Holzarten durchgeführt sind, so haben sie nebenbei auch wertvolle Ergebnisse über das unterschiedliche Verhalten der einzelnen Arten gebracht. Auch hierbei wurde der Unterschied von Licht- und Schatt Holzarten, der inzwischen schon anderweitig durch Versuche festgestellt worden war, aufs neue bestätigt.

Beschattungsversuche. Einen entscheidenden Beweis für das tatsächlich verschiedene Lichtverhalten der Holzarten hatten schon die im Jahre 1909 veröffentlichten Versuche von Cieslar gebracht¹. Dieser erzog junge Holzpflanzen unter besten Bedingungen in feucht gehaltenen Gartenbeeten unter Lattenschirmen von verschiedenen Beschattungsgraden. Zum Vergleich diente ein Beet im vollen Licht, das durch Moosbedeckung zwischen den Reihen

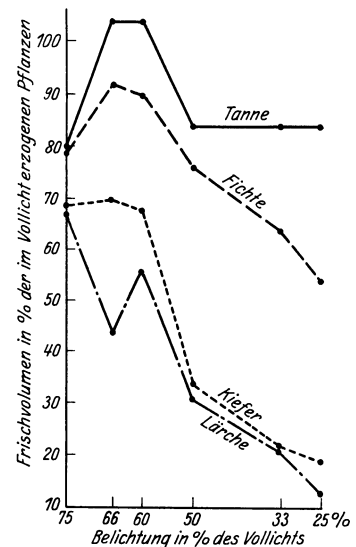


Abb. 48. Verhältnis des Volumens 1-jähriger Pflanzen bei verschieden starkem Lichtentzug. Nach Versuchen von Cieslar.

¹ Cieslar: Licht- und Schattenholzarten, Lichtgenuß und Bodenfeuchtigkeit. Zbl. f. d. ges. Forstwes. 1909, S. 4ff.

ebenfalls feucht gehalten wurde. Als Maßstab für die Leistung wurde das durchschnittliche Frischvolumen der einjährigen Pflänzchen bestimmt.

Es zeigte sich danach folgendes Verhältnis (vgl. Abb. 48): Alle Arten haben zwar das größere Volumen im helleren Licht¹ und das geringste bei den stärksten Beschattungsgraden, aber die Abnahme ist ganz verschieden: Bei Tanne nur sehr gering, bei Fichte etwas stärker, sehr viel stärker bei der Kiefer und am stärksten bei der Lärche.

Ein sehr interessantes Ergebnis zeigte die Messung der durchschnittlichen



Abb. 49. Oben: Lichtbuchen, 3jährig. Unten: Schattenbuchen, 7jährig.
Phot. Arnold Engler.

Höhen der Pflänzchen. Hier fand sich unvermuteterweise zunächst eine Zunahme der Länge mit stärkerer Beschattung.

Cieslar sah darin eine Erscheinung von Etiolation, d. h. einer krankhaften Überverlängerung der Sproßachse bei kümmerlicher Entwicklung der Blätter, wie das im Extrem bei im Dunkeln auskeimenden Kartoffeln bekannt ist. In der forstlichen Pflanzenzucht spricht man

von „spillerigem

Wuchs“. Ein solches Etiolation zeigte sich nun bei der Tanne gar nicht, bei der Fichte schwach, sehr stark bei Kiefer und Lärche. Die Holzarten wiesen also hier das umgekehrte Verhalten wie in ihrem Gesamtvolumen auf. Nach beiden Richtungen aber zeigte sich eine gleichsinnig abgestufte Reihenfolge der Holzarten.

Ähnliche Ergebnisse hat auch eine Untersuchung einer des Münchener Forstinstituts²

größeren Zahl von Holzarten im Grafrather Versuchsgarten gebracht, wenn die Zahlen auch im einzelnen etwas abweichend sind.

Als Gesamtergebnis wird dort folgende Reihenfolge der Schattenfestigkeit aufgestellt: 1. Esche, 2. Tanne, 3. Rotbuche, 4. Fichte, 5. Hainbuche, 6. Ulme, 7. Winterlinde, 8. Sommerlinde, 9. Traubeneiche, 10. Stieleiche, 11. Weißerle, 12. Schwarzerle, 13. Kiefer, 14. Birke, 15. Lärche.

¹ Die einzige Ausnahme machte im obigen Versuch die Tanne, die bei 66 und 60 % etwas mehr als im Vollicht produzierte. Merkwürdigerweise zeigt auch die Fichte bei den gleichen Lichtstärken ein Ansteigen, wenn auch viel schwächer. Ob hier noch ein anderer Faktor mitwirkt oder nur ein sog. Ausreißer vorliegt, bliebe noch zu untersuchen.

² Gia, T. D.: Beitrag zur Kenntnis der Schattenfestigkeit verschiedener Holzarten im ersten Lebensjahr. Forstwiss. Zbl. 1927, S. 386ff.

Dieses ebenfalls durch genaue Vergleichsversuche gefundene Ergebnis stimmt gut mit unserer oben aus der Praxis gegebenen Reihenfolge überein. Nur die Esche macht eine Ausnahme. Sie hat im ersten Jahre einen außerordentlich hohen Grad von Schattenfestigkeit gezeigt. Es ist aber auch bekannt, daß Eschenjungwuchs sich anfangs noch in sehr starkem Schatten hält, ebenso aber auch, daß die Esche in späterem Alter bedeutend mehr Licht braucht. Ein solches Steigen des Lichtanspruches mit zunehmendem Alter zeigen auch die anderen Holzarten mehr oder minder, wenn auch nicht so stark wie die Esche. Es entspricht das in zweckmäßiger Weise der natürlichen Entwicklung im Walde, bei der aller Jungwuchs anfangs im Schatten seiner Mutterbäume aufwachsen muß, später aber ans volle Licht tritt. Wir werden noch sehen, daß auch eine gleichsinnige Verschiebung der inneren Blattstruktur damit Hand in Hand geht.

Licht- und Schattenhabitus. Der formbestimmende Einfluß des Lichtes zeigt sich schon im äußeren Habitus. Im Schatten erwachsene



Abb. 50. Schirmförmiger Habitus einer im Schatten erwachsenen Jungfichte. Nach Gräbner.

Pflanzen zeigen nicht nur kümmerlicheren Wuchs, sondern auch eine Verschiebung der Größenverhältnisse und andere Stellung der einzelnen Teile. Besonders scharf sind diese Unterschiede natürlich dort, wo die Breite zwischen Lichtmaximum und -minimum besonders groß ist, wie bei den Schattholzarten. Junge Buchen, Tannen und Fichten, die im Schatten aufwachsen, zeigen eine mehr horizontale Ausbreitung der Seitenäste. Bei der Buche neigt sich auch der an sich schräggestellte Hauptspieß oft fast in die wagerechte Lage (vgl. Abb. 49). Bei Fichte und Tanne wird dieser ganz kurz, während die Seitenzweige relativ länger bleiben. Die Schattenkronen werden daher geradezu schirmförmig (Abb. 50).

Die Blattstellung ist im Schatten horizontal (euphotometrisch), und die Blätter stellen sich mosaikartig nebeneinander, so daß gegenseitige Beschattung vermieden wird (Abb. 51). Bei den Nadelhölzern Tanne und Fichte entspricht dem die stärker ausgeprägte Scheitelung der Nadeln an Schattenzweigen gegenüber den mehr büstenartig benadelten Lichtzweigen.

Die im Licht erwachsenen Blätter sind immer dicker und derber als die Schattenblätter.

Was Größe und Farbe der Licht- und Schattenblätter anbetrifft, so sind die Verhältnisse nicht ganz einheitlich. In vielen Fällen scheint die Blattgröße zunächst bei geringeren Beschattungsgraden etwas zuzunehmen und erst bei stärkerer Beschattung ab-



Abb. 51. Mosaikartige Blattstellung an einem Schattenzweig der Rotbuche. Nach Gräbner.

zunehmen, dann aber ziemlich rasch. Das Blattgrün ist bei Lichtblättern meist heller und saftiger, bei sehr dem Licht ausgesetzten Blättern geht es aber zurück und wird gelblicher. Wiesner führt dies auf teilweise Zerstörung des grünen Farbstoffes im grellen Licht zurück. Bei Schattenblättern ist das Grün vielfach etwas dunkler. Der Chlorophyllgehalt nimmt zunächst mit abnehmender Lichtintensität zu, um nach Überschreitung eines gewissen Grades dann wieder abzusinken. (Auch hier zeigt sich ein verschiedenes Verhalten der Licht- und Schattenhölzer. Bei der Fichte erstreckt sich dieses Ansteigen des Chlorophyllgehaltes z. B. nur auf viel geringere Lichtgrade als bei der Kiefer¹.)

Die Anpassung der einzelnen Organe an verschiedenen Lichtgenuß erstreckt sich schließlich auch auf die Knospen. Diese Verhältnisse sind in einer schönen Arbeit des verstorbenen Waldbauprofessors Arnold Engler in Zürich² ein-



Abb. 52. Links Längsschnitt, rechts Querschnitt durch die Knospen einer Rotbuche. *a* Lichtknospen, *b* Schattenknospen, jedesmal im gleichen gegenseitigen Verhältnis. Die Lichtknospen zeigen viel zahlreichere und dickere Knospenschuppen als die Schattenknospen. Nach A. Engler, Zürich.

gehend untersucht worden. Die Schattenknospen sind nicht nur kleiner, sondern die Zahl und Dicke ihrer Knospenschuppen ist viel ge-

¹ Ljubimenko: Revue gen. botan. 1908, S. 237.

² Engler, A.: Untersuchungen über den Blattaubruch und das sonstige Verhalten von Schatten- und Lichtpflanzen der Buche und einiger anderer Laubhölzer. Mitt. d. Schweiz. Zentralanst. f. d. forstl. Versuchswes. Bd. 10, H. 2, 1911.

ringer (vgl. Abb. 52). Engler fand darin eine zwanglose Erklärung für die bekannte Tatsache, daß sich z. B. bei der Buche die unteren und inneren Zweige und die unterdrückten und beschatteten Individuen früher begrünen als die im vollen Oberlicht stehenden. Die Ursache liegt darin, daß das Licht (oder hier wohl in erster Linie die damit verbundene Wärme) rascher und kräftiger durch



Abb. 53. Versuche über das Austreiben von Licht- und Schattenbuchen. Nach A. Engler, Zürich. 1. Lichtbuchen, dauernd am Licht gehalten. 2. Schattenbuchen, im Frühjahr vor dem Austreiben ans Licht gesetzt. 3. Lichtbuchen, vor dem Austreiben in den Schatten gesetzt. 4. Schattenbuchen, dauernd im Schatten gehalten. Alter der Pflanzen zwei Jahre, Aufnahme vom 9. Mai 1906.

die dünneren Hüllen der Schattenknospen durchdringt. Engler hat durch sehr anschauliche Versuche gezeigt, daß das frühere und spätere Austreiben der Schatten- und Lichtpflanzen auch dann bleibt, wenn die Belichtungsverhältnisse kurz vor dem Austreiben im Frühjahr vertauscht werden, weil eben die Dicke der schon gebildeten Knospenhülle in erster Linie entscheidend ist (vgl. Abb. 53).

Innere Struktur der Licht- und Schattenblätter. Schon vorher ist erwähnt worden, daß der formbestimmende Einfluß des Lichtes sich auch auf den inneren Aufbau der Pflanze erstreckt. Bereits Stahl¹ hatte festgestellt, daß die Blätter von Schattenpflanzen einen anderen Bau ihrer Gewebe zeigen als die von sonnigen Standorten. Sonnenblätter haben eine dickere Epidermis, ein stark ausgeprägtes, oft mehrschichtiges Palisadengewebe auf der Oberseite, das durch die Entwicklung einer großen Innenfläche möglichst vielen wandständigen Chlorophyllkörnern Raum darbietet. Bei Schattenblättern ist die Epidermis dünner, eigentliche Palisadenzellen fehlen, oder sie sind nur unvollkommen und einschichtig ausgebildet (Abb. 54). Diese und noch andere Unterschiede sind dann durch eine große Zahl späterer Untersuchungen und gerade bei

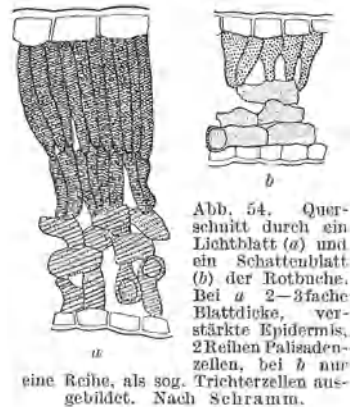


Abb. 54. Querschnitt durch ein Lichtblatt (a) und ein Schattenblatt (b) der Rotbuche. Bei a 2–3fache Blattdicke, verstärkte Epidermis, 2 Reihen Palisadenzellen, bei b nur eine Reihe, als sog. Trichterzellen ausgebildet. Nach Schramm.

¹ Stahl: Einfluß des sonnigen und schattigen Standortes auf die Ausbildung der Laubblätter. Jenaische Z. f. Naturkunde Bd. 16, 1883.

Waldbäumen, Laub- wie Nadelhölzern, immer wieder gefunden und bestätigt worden.

Hesselman¹ fand bei der Hasel sogar am selben Strauch eine Differenzierung mit allen Übergängen vom Licht- zum Schattengewebe, je nach der Stellung der Blätter am Strauch und ihrem geringeren oder stärkeren Lichtgenuß (vgl. Abb. 55).

So zeigt sich also eine äußerst weitgehende Anpassung an die geringsten Unterschiede im Lichtgenuß. Andere Untersuchungen² haben dann noch gezeigt, daß an jungen Pflanzen alle Blätter und Nadeln, selbst wenn sie im vollen Licht erwachsen sind, immer mehr oder minder Schattenstruktur zeigen, während die von älteren Bäumen auch im Schatten wenigstens noch gewisse Anklänge an Lichtstruktur aufweisen.

Die Anpassung ist also mehr oder minder auf den natürlichen Entwicklungsgang eingestellt, bei dem aller Jungwuchs im Walde im Schatten des Mutterbestandes aufzuwachsen gezwungen ist, und die innere Struktur vermag sich bei

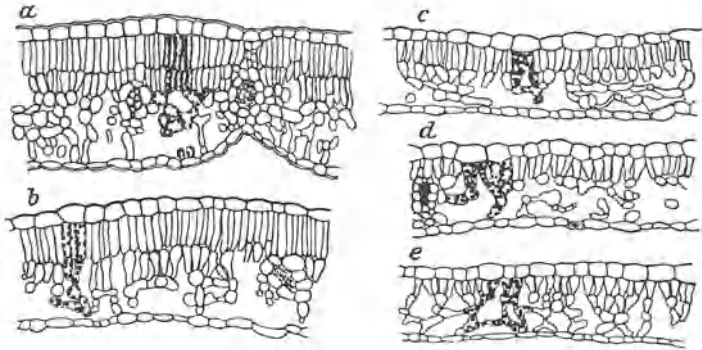


Abb. 55. Blattquerschnitte von *Corylus avellana*. a von der Südseite eines Strauches; b von der Nordseite (Sonnenblätter); c-e Schattenblätter, Lichtfaktor $c = \frac{1}{20}$, $d = \frac{1}{25}$, $e = \frac{1}{50}$. Nach H. Hesselman, 1904. Die Blattstruktur zeigt eine feine stufenförmige Abstimmung je nach dem Grad des Lichtgenusses.

abweichender Lebenslage zunächst nur schwer darauf umzustellen. Besonders ist das bei Schattholzarten der Fall. Bei Lichthölzern ist, wieder entsprechend den natürlichen Lebensverhältnissen, die äußere und innere Differenzierung von Licht- und Schattenformen überhaupt viel geringer. Bei stärkerer Beschattung findet dann keine gesunde Anpassung mehr statt, sondern es treten krankhafte Erscheinungen von Etiement bzw. ein Kümern der Pflanzen ein. (Vgl. hierzu die Untersuchungen von Cieslar über Etiement von jungen Kiefern und Lärchen [S. 146] und die Untersuchungen von Wiedemann³ über die von Duesberg u. a. so genannte „edle Halbschattenform“ der Kiefer.)

Nachwirkung der Lichtverhältnisse. Es hängt offenbar auch mit dieser nur schwer erfolgenden Anpassung an veränderte Lichtverhältnisse zusammen, daß der gegebene Licht- oder Schattencharakter bei anderen Licht-

¹ Hesselman, H.: Zur Kenntnis des Lebens schwedischer Laubwiesen. Beih. z. botan. Zbl. 1904, S. 376.

² Schramm: Über die anatomischen Jugendformen der Blätter einheimischer Holzpflanzen. Flora 1912, S. 225ff. — Taubert: Beiträge zur äußeren und inneren Morphologie der Licht- und Schattennadeln bei der Gattung *Abies*. Mitt. d. deutsch. dendrol. Ges. 1926, S. 206ff.

³ Wiedemann, E.: Die Kiefernaturverjüngung in der Umgebung von Bärenthoren. Z. f. Forst- u. Jagdwes. 1926, S. 269ff.

verhältnissen noch lange nachwirkt. Auch hierfür hat Arnold Engler in seinen Versuchen mit Licht- und Schattenbuchen Beweise geliefert. Einige in seinen Versuchsgarten verpflanzte Schattenbuchen zeigten noch nach 6 Jahren vollen Lichtstandes in ihrem überhängenden Wipfel und der horizontalen Blatt-



Schattenbuchen.

Lichtbuchen.

Abb. 56. Nachwirkung des ursprünglichen Lichtcharakters bei Licht- und Schattenpflanzen der Rotbuche. Noch sieben Jahre nach der Verpflanzung zeigen sich Unterschiede im Wuchs, Habitus und Austreiben. Nach A. Engler, Zürich.

stellung ihren Schattencharakter gegenüber den danebengepflanzten Lichtbuchen mit mehr aufgerichtetem Wipfel und schräg aufwärts stehender Belaubung (vgl. Abb. 56).

Licht und Assimilation. Die Wirkung des Lichtes auf die Assimilation folgt nach den Untersuchungen von Lundegårdh und anderen dem Gesetz, daß bei sonst gleichen und genügenden Bedingungen (Wärme, Feuchtigkeit, Kohlensäure) die Assimilation bei geringen Lichtgraden (Optimumferne) anfangs stark steigt, wenn das Licht erhöht wird, daß die Steigerung aber mit zunehmender Lichtintensität immer mehr nachläßt. Dabei

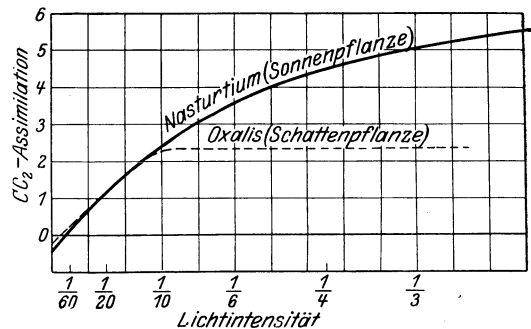


Abb. 57. Assimilationskurven einer Sonnen- und einer Schattenpflanze bei verschiedener Lichtintensität. Nach Lundegårdh. Die Schattenpflanze zeigt schon bei Lichtsteigerung über $\frac{1}{10}$ Volllicht keine erhöhte Assimilations-tätigkeit mehr.

steigt die Kurve bei Lichtpflanzen viel länger als bei Schattenpflanzen, bei denen schon bei geringeren Graden das Maximum erreicht wird (vgl. hierzu Abb. 57).

Mit der Erhöhung der Assimilationstätigkeit geht aber zumeist auch eine Steigerung der Atmung Hand in Hand. Diese wächst oft rascher an, so daß bei einem gewissen Grad der Punkt erreicht ist, bei dem sich der Stoffgewinn durch Assimilation und der Stoffverlust durch die Atmung ausgleichen (sog.

Kompensationspunkt). Auch dieser liegt nicht nur bei den verschiedenen Arten, sondern innerhalb der gleichen Art bei Licht- und Schattenblättern verschieden hoch. Bei ersteren tritt er erst bei bedeutend stärkerer Lichtintensität ein als bei letzteren¹.

Wenn man zusammenhält, daß neben der Lage des Kompensationspunktes auch Licht- und Schattenstruktur eine verschiedene Assimilationsleistung bedingen, ferner, daß im Walde auch die Zerlegung des Lichtes nach Oelkers und Knuchel bei einzelnen Holzarten und Schlußgraden verschieden ist, und daß schließlich bei allen Lichtveränderungen im Walde auch andere Lebensbedingungen, wie Wärme, Feuchtigkeit, Wurzelkonkurrenz immer stark mitverändert werden, so müssen wir uns von vornherein sagen, daß durch Untersuchungen im Walde eine zahlenmäßige Erfassung des Wirkungswertes auch beim Lichtfaktor nicht möglich ist. Man wird sich auch hier damit begnügen müssen, nur die Wirkungsrichtung und den ungefähren Gang in Näherungswerten kennenzulernen.

Licht und Zuwachs. Versuche über das Verhältnis von Lichtstärke und Zuwachs sind an Jungpflanzen in Töpfen, die täglich mit Nährlösung begossen wurden, von Schmidt² angestellt worden. Er fand dabei einen Jahreszuwachs der Versuchspflanzen, ausgedrückt im gesamten Frischgewicht:

	Bei einer Lichtmenge von				
	100 %	97 %	93 %	80 %	72 %
bei Esche	598,0	528,5	543,0	435,0	360,0
„ Fichte	70,85	53,25	66,6	53,0	34,75
„ Erle	718,0	648,7	672,7	446,3	250,0
„ Kiefer	266,0	245,0	198,0	97,2	30,5

Die Schwächung des Lichtfaktors hatte also schon bei diesen noch relativ hohen Graden überall einen beträchtlichen Zuwachsverlust zur Folge. Bei der Kiefer ging der Zuwachs bei einer 28proz. Lichtabschwächung um rund 90 %, bei der Erle um 65 %, bei der Fichte um 50 % und bei der Esche um 40 % zurück.

Diese Zahlen zeigen eine überraschende Größe, können aber zunächst nur für Jungpflanzen gelten.

Für ältere Bestände hat Cieslar³ die Größe der Zuwachsleistung in der Abhängigkeit vom veränderten Lichtgenuß untersucht. Er hat hierbei durch mehrfache vergleichende Lichtmessungen in verschiedenen stark geschlossenen, ca. 70jährigen Buchenbeständen im belaubten wie unbelaubten Zustand festzustellen versucht, welchen Lichtanteil vom Freilicht die verschieden starke Belaubung der Vergleichsbestände absorbierte, und ob diese Lichtmenge mit der Zuwachsleistung im entsprechenden Verhältnis stünde.

Die Versuchsflächen zeigen danach folgenden Befund:

	Fläche I stark durch- forstet	Fläche II auf 0,8 von Fläche I ge- lichtet	Fläche III auf 0,65 gelichtet	Fläche IV auf 0,5 gelichtet
Stammzahl	1004	624	404	256
Durchschnittlicher Massenzuwachs pro Stamm in 5 Jahren	0,068	0,133	0,202	0,319
Verhältnis der Zuwachsleistung des Einzelstammes	1,0	1,9	3,0	4,7
Verhältnis der durchschnittlichen Blatt- menge des Einzelstammes nach Größe der Lichtabsorption	1,0	2,6	4,5	7,7

¹ Stålfelt: Mitt. d. schwed. forstl. Versuchsanst. 1922, H. 5. — Vgl. auch Harder: Bemerkungen über die Variationsbreite des Kompensationspunktes. Ber. d. dtsh. botan. Ges. 1923, S. 194.

² Schmidt: Vegetationsversuche zum Ertragsfaktor Licht. Z. f. Forst- u. Jagdwes. 1924, S. 461 ff.

³ Cieslar: Die Rolle des Lichts im Walde. Mitt. a. d. forstl. Versuchswes. Österr. 1904, H. 30.

Aus dem Mißverhältnis der beiden untersten Zahlenreihen zieht Cieslar den Schluß, daß die vermehrte Lichtabsorption durch die dichtere Belaubung der stärker freigestellten Einzelstämme den Zuwachs nicht in gleichem Maße erhöht, sondern daß dieser in steigendem Maße hinter jener zurückbleibt.

Er nimmt an, daß die dichtere Belaubung des Einzelstammes das Licht also verhältnismäßig schlecht ausnützt. Er weist dabei auf einen Versuch von R. Hartig hin, bei dem dieser zwei 99jährige, im Freiland erwachsene Rotbuchen bis auf etwa die Hälfte der Belaubung entästen ließ. Die nach 9 Jahren vorgenommene Untersuchung zeigte bei beiden Stämmen keinerlei Zuwachsrückgang. Hartig hatte daraus schon geschlossen, daß bei sehr vollbelaubten Kronen ein Teil der Blätter (wahrscheinlich gerade der untere und innere) träge assimiliert, und daß nach ihrer Entfernung die übrigen Blätter infolge vermehrter Nährstoffzufuhr energischer arbeiten und damit die kleinere Krone mit ihrem geringeren Lichtgenuß dasselbe leistet wie vorher die größere.

Ganz neuerdings hat auch Kienitz¹ durch zahlreiche Aufastungsversuche an 25jährigen Fichten ganz ähnlich gefunden, daß die Entnahme von unteren Ästen, die mehr Schattenblattcharakter tragen, den Zuwachs nicht nur nicht geschädigt, sondern sogar gefördert hat. Auch er sucht die Erklärung in gleicher Richtung wie Hartig.

Nach diesen von drei Seiten und nach verschiedenen Methoden gemachten Feststellungen² dürfte der in der forstlichen Welt bisher allgemein gültige Satz von der Proportionalität zwischen Kronengröße, Lichtgenuß und Massenleistung mindestens eine starke Einschränkung erleiden. Freilich sind die Ergebnisse nicht ohne weiteres zu verallgemeinern und auf andere Holzarten, namentlich etwa Lichthölzer, zu übertragen.

Die Frage des Lichtungszuwachses. Die Tatsache, daß eine Wegnahme benachbarter Stämme in der Regel den Zuwachs des Einzelstammes zu fördern und die Jahrringbreite zu erhöhen pflegt, ist unter der Bezeichnung als Lichtungszuwachs in der Forstwirtschaft so bekannt und so allgemein nachgewiesen, daß daran nicht zu zweifeln ist (vgl. Abb. 58). Insbesondere ist diese Erscheinung bei allen Untersuchungen über die Wirkung von Durchforstungen und Lichtungen am Einzelstamm oft bestätigt worden. Fraglich ist aber, inwieweit hieran nur das Licht beteiligt ist oder andere Faktoren mitwirken, wie vermehrte Niederschläge, Bodenfeuchtigkeit, verminderte Wurzelkonkurrenz u. a. m. Diese werden natürlich bei allen derartigen Maßnahmen mit geändert, und zwar auch immer nach der günstigen, den Zuwachs erhöhenden Richtung hin. Die Gleichsetzung von Lichtstandszuwachs = Lichtzuwachs ist also durchaus unstatthaft. Eine Steigerung durch das Licht allein findet wahrscheinlich nur bei vorher schwacher Beleuchtung (Optimumferne) statt, bei stärkerem Licht aber nicht mehr. Wo hier die optimalen Verhältnisse für eine Zuwachsteigerung durch erhöhten Lichtgenuß und Vergrößerung der Blattfläche liegen, das wissen wir jedenfalls nicht. Durch Untersuchungen an verschieden durchlichteten Beständen können wir immer nur die Gesamtwirkung aller hierbei veränderten Verhältnisse erfassen, niemals die des Lichtes allein. Es spricht aber doch vieles dafür, daß in unseren dicht geschlossenen Beständen mit kleinen

¹ Kienitz, M.: Die Erziehung astreinen Holzes. *Silva* 1928, Nr. 50.

² Während der Drucklegung ist eine neue Untersuchung zu dieser Frage erschienen, die ebenfalls zu dem Schluß kommt, daß die Proportionalität von Blattmenge und Zuwachs nur bis zu einem gewissen Grade besteht, bei sehr starker Belaubung aber zurückbleibt. Vgl. Burger: Holz, Blattmenge und Zuwachs. *Mittlg. d. schweizer. Zentralanst. f. d. forstl. Versuchswesen.* Bd. 15. H. 2. 1929.

Kronen, namentlich im jüngeren und mittleren Alter, jener günstigste Zustand meist nicht erreicht sein dürfte.

Bei seinen Untersuchungen über das Optimum der gesamten Strahlung in verschiedenen durchlichteten Versuchsflächen fand Oelkers¹ dieses für Buche schon bei 0,86 Schlußgrad, bei Fichte etwas tiefer, nämlich bei 0,81, immerhin aber schon bei ziemlich dichten Schlußgraden, ohne daß er diesen Zahlen allgemeine Gültigkeit geben will.

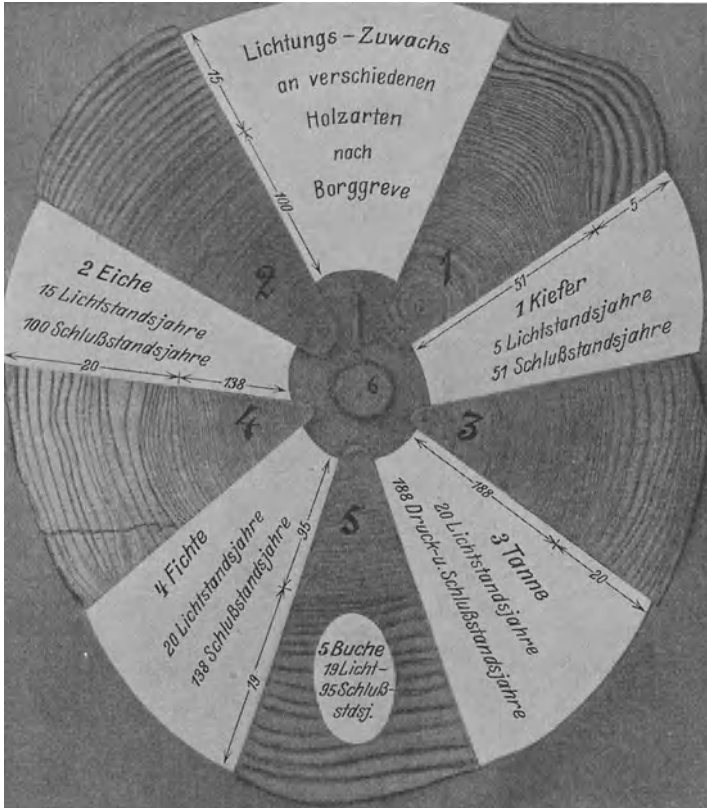


Abb. 58. Lichtungszuwachs an 1. Kiefer, 2. Eiche, 3. Tanne, 4. Fichte, 5. Buche. Nach B. Borggreve. Es handelt sich in allen Fällen um Bäume, die vorher lange in starkem Druck gestanden haben! Dengler.

Das Licht im Innern des Waldes. Daß der Wald das Licht in seinem Innern aufs stärkste beeinflußt, ist ohne weiteres klar. Es erübrigt sich hier nur, den Grad der Lichtabschwächung im einzelnen näher kennenzulernen. Es läge vielleicht zunächst nahe, die Innenlichtstärke der verschiedenen Bestände beim Minimum des relativen Lichtgenusses der einzelnen Holzarten (vgl. S. 142) zu suchen. Tatsächlich liegt sie aber meist noch weit darunter, da auch die Baumschäfte und das innere blattlose Gezweig noch viel Licht wegnehmen. So fand Cieslar² in einem sogar stark durchforsteten 70jährigen Buchenbestand des Wiener Waldes (1000 Stämme pro Hektar) im Frühjahr vor Laubausbruch bei klarem Himmel nur etwa 25% der chemisch wirksamen Lichtintensität im Vergleich zum benachbarten Freiland. (Messung nach der Methode

¹ Oelkers: Jahring und Licht. Z. f. Forst- u. Jagdwes. 1918, S. 511.

² Cieslar: a. a. O., S. 20.

von Wiesner.) Und selbst in einer sehr stark durchlichteten Vergleichsfläche (nur 300 Stämme pro Hektar) stieg die Lichtintensität doch nur bis knapp auf 50 %.

Bei eintretender Belaubung sinkt das Licht unter dem Kronendach natürlich rasch und stark (vgl. Abb. 59). An einem wolkenlosen Junitage betrug die Lichtintensität in den gleichen beiden Beständen wie oben nur noch 6 % bzw. 10 % des Freilichtes. Ähnlich tiefe Herabsetzung des Lichtes im Walde zeigen Fichten- und Tannenbestände. In ersteren wurden von Wiesner in wohl extremen Fällen nur noch 1—2 %, von Ramann nach anderer Methode aber auch nur 2—10 % gefunden, in 100jährigen Tannenbeständen von Cieslar 7—11 %. Das sind überraschend tiefe Zahlen. Sie zeigen erst mit aller Schärfe, wie tief das „Waldesdunkel“ eigentlich ist, in dem alles liegt, was unter dem Kronendach des Waldes dauernd zu leben gezwungen ist! Die Bestände der Lichtholzarten verhalten sich natürlich etwas günstiger, aber doch immerhin auch niedriger als man sich gewöhnlich vorstellt. In Tiroler Lärchenbeständen maß Wiesner im Mittel etwa 25 %, in 60- und 80jährigen Schwarzkiefern Cieslar 17 bzw. 21 %. Eine graphische Darstellung zeigt den Verlauf der Lichtintensität

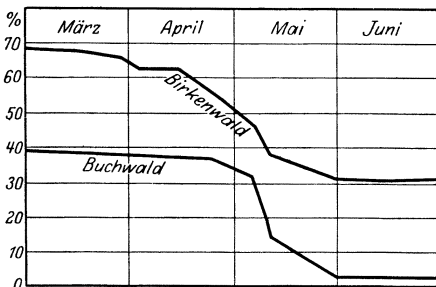


Abb. 59. Abnahme des relativen Lichtgenusses in Prozenten im Birkenwald und im Buchenwald bei der Laubentfaltung. Nach Hueck, 1926.

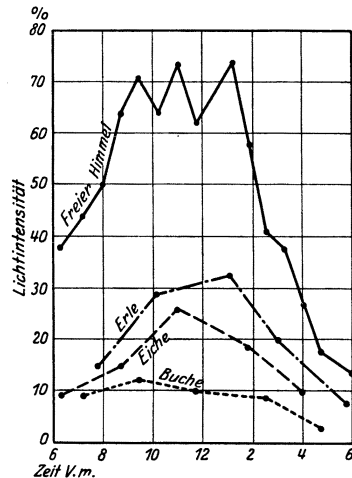


Abb. 60. Gleichzeitige Lichtstärke, gemessen am 23. Mai mit dem Graukeilphotometer unter freiem Himmel und einzelnen Bäumen. Nach H. Vallin aus Lundegårdh.

im Walde unter verschiedenen Holzarten im Verlauf eines heiteren Frühlingstages (Abb. 60).

Waldinnenlicht und Bodenflora. Alle diese Zahlen zeigen, daß das Innenlicht im Walde ganz außerordentlich stark vom Baumbestand geschwächt wird. Die Wirkung zeigt sich in erster Linie in den Unterschichten des Waldes, vor allem bei der sog. Bodenflora. Genauere Untersuchungen hierüber¹ haben ergeben, daß mit steigendem Innenlicht nicht nur die Dichtigkeit der den Boden überziehenden Moose, Gräser und Kräuter zunimmt, sondern auch die Zahl der Arten. (Natürlich hängen auch diese Veränderungen nicht nur vom Licht ab, sondern auch von den übrigen Faktoren.) Die verschiedenen Lichtgrade im Walde haben aber unverkennbar eine starke bestimmende und manchmal entscheidende Wirkung auf das Vorkommen vieler unserer Waldbodengewächse, bei denen es offenbar noch viel ausgeprägtere Licht- und Schattenarten gibt als bei den Waldbäumen selbst. Hier finden sich wahrscheinlich

¹ Cieslar: Die Rolle des Lichts im Walde. Mitt. a. d. forstl. Versuchswes. Österr., H. 30. — Hartmann: Die Bestandesbodenflora als Gesamtwirkung aller Standortsfaktoren. Z. f. Forst- u. Jagdwes. 1923, S. 609 ff.

sogar echte Schattenarten = schattenliebende Arten, da sie von Natur aus niemals oder doch höchst selten im vollen Licht angetroffen werden. Man kann sie obligate Schattenpflanzen¹ nennen.

Dabei ist aber nicht zu übersehen, wie Lundegårdh selbst sagt, daß nicht nur der Verlauf der Assimilation, sondern auch der Wasserhaushalt (Vertrocknungsgefahr im Freien) den ökologischen Grund des Schattenlebens bilden dürften.

Hierher gehören viele Waldmoose, Farne, *Oxalis acetosella* u. a. m. Zu den stark lichtbedürftigen rechnen dagegen *Calluna vulgaris*, *Epilobium*, *Senecio*-Arten und viele Gräser, die sich erst bei sehr starken Lichtgraden, in größerer Menge oft erst bei vollem Oberlicht nach Kahlschlag als sog. Schlagunkräuter einzustellen pflegen.

Die Frage, wo diese Arten plötzlich herkommen, nachdem sie aus den alten Schattholzbeständen oft 100 und mehr Jahre wegen Lichtmangels gänzlich verschwunden waren, ist oft aufgeworfen worden. A. Peter hat dies mit dem Ruhenden des Samens im Boden durch viele Jahrzehnte zu erklären versucht. Auch in der forstlichen Literatur finden sich viele Äußerungen in gleichem Sinne. Peter² hat als Beweis für die Richtigkeit seiner Anschauung einen sehr interessanten Versuch durchgeführt: Er entnahm Proben von zwei Waldböden, die eine aus einem 22jährigen Fichtenbestand auf ehemaligem Ackerland und eine andere aus einem 100jährigen Buchenbestand und setzte sie im Glashauss günstigen Feuchtigkeits- und Lichtverhältnissen aus. Nach Verlauf einiger Monate zeigte sich in beiden Proben ein gewisser Pflanzenbestand, der in der einen Probe (vom ehemaligen Ackerland) fast ausschließlich Acker- und Weidenkräuter, in der Probe aus dem alten Buchenbestand hauptsächlich Waldkräuter ergab. Da die Proben von Stellen entnommen waren, wo die Bestände dicht geschlossen waren und keinerlei Bodenvegetation in der Nähe war, glaubt Peter das Ergebnis nur daraus erklären zu können, daß die Samen seit der Entstehung des jetzigen Bestandes im Boden geruht hätten und erst durch die Lichtveränderung zum Keimen gebracht wären. Cieslar³ hat diesen Versuch sehr eingehend kritisiert, indem er auf die weitgehende Möglichkeit einer erst kürzlich erfolgten Verschleppung der einzelnen Unkrautsamen durch Wind, Vögel und andere Tiere von naheliegenden Feldern, Waldlichtungen und Wegen hinwies. In einem ähnlichen eigenen Versuch zeigte er, daß die Zahl der gekeimten Unkräuter in verschiedenen Proben aus einem gleichaltrigen Bestand, aber von Stellen mit verschiedenem Kronenschluß in dem Maße wuchs, als der Kronenschluß lockerer gewesen war, was offenbar nur auf stärkere Windeinschleppung zurückzuführen sei. Der Annahme eines jahrzehntelangen Ruhens der Samen im Waldboden stünde auch das Bedenken entgegen, daß sich die Keimfähigkeit bei der Gefahr der Verschimmelung oder Verpilzung im Waldboden kaum lange halten könne. Dieses Bedenken ist aber durch eine Reihe von Versuchen von Bier sogar bei dem gewöhnlich sehr leicht verschimmelnden Lupinensamen widerlegt worden. Es gelang, solche nachweislich vor 60 Jahren tief untergepflügten Lupinensamen noch reichlich zur Keimung zu bringen⁴. Endgültig geklärt ist die Frage im ganzen aber wohl noch nicht.

Der Grad des Innenlichtes im Walde entscheidet aber auch über das Ankommen und Fußfassen der natürlichen Verjüngung im Walde. Es treten daher in gemischten Beständen bei der Auflockerung des Kronendaches die Jungwüchse im allgemeinen nach dem Grade ihrer Schattenfestigkeit auf: z. B. erst Tanne oder Buche, dann Fichte, zuletzt Kiefer oder Birke usw. Eine aufmerksame Beobachtung von Bodenflora und Jungwuchs nach Dichte und Artzusammensetzung ergibt also vielfach schon ein gutes Bild von dem im Bestände herrschenden Innenlicht und kann ein guter Anzeiger für die Regelung des Lichtes zur Förderung der Verjüngung sein.

Einwirkung der Wirtschaft auf den Lichtfaktor. Gerade beim Lichtfaktor ist wie bei kaum einem anderen dem Wirtschaftler im Walde die

¹ Lundegårdh: a. a. O., S. 67.

² Peter, A.: Kulturversuche mit „ruhenden“ Samen. Nachr. d. Gött. Ges. d. Wiss. 1893, S. 673. ³ Cieslar: a. a. O., S. 90ff.

⁴ Bier: Über Keimverzug und seine Bedeutung nach Versuchen an Samen der gelben Lupine. Angew. Botanik. Z. f. Erforschung d. Nutzpfl. 1925, H. 6. — Vgl. auch dazu Allers: 40jährige Keimfähigkeit der gelben Lupine. Silva 1922, Nr. 40. — Snell: Landw. Jb. 1912.

größte Möglichkeit der Einwirkung gegeben, allerdings — und das muß eine Warnung sein — meist nur nach einer Richtung hin: nämlich einer Verstärkung des Lichtes. Diese kann mehr oder minder plötzlich und sprunghaft erfolgen, z. B. durch Kahlschlag aus dunklem Vollbestand, oder allmählich und schwach durch wiederholte Durchforstungen und Lichtungshiebe. Schon die wissenschaftlich festgestellte Anpassung des Baumhabitus, der Blattstellung und des inneren Blattbaues an die zunächst gegebene Lichtlage und die ebenso nachgewiesene langsame Umstellung auf andere Lichtverhältnisse lassen aber in allen Fällen ein langsames Vorgehen als grundsätzlich richtiger und ratsamer erscheinen. Vor allen Dingen ist hierbei auch die Gefahr der Bodenverwilderung durch vorzeitig einwandernde Unkräuter zu beachten. Ein Zurück bei Überschreitung des richtigen Lichtgrades gibt es leider nur in sehr ungenügendem Maße. Man kann zwar bei weiterer Einstellung aller Hiebe in solchen überlichteten Beständen von der Kronenverbreiterung ein Wiederdunklerwerden des Bestandes erwarten, aber das geht nach rückwärts leider viel langsamer als nach vorwärts. Und das einmal festgewurzelte Unkraut verschwindet erst wieder bei viel tieferen Lichtgraden, als es gekommen ist. Oft zeigen einzelne Arten eine unglaubliche Zähigkeit nach dieser Beziehung. So hält sich z. B. die durchaus lichtbedürftige Waldschmiele (*Aira flexuosa*) von den Kahlschlägen her durch das ganze Dickungs- und Stangenholzalter in unseren Kiefernbeständen unter dem dicht geschlossenen Kronendach. Zwar nur in kümmerndem, nie blühendem und fruchtendem Zustand, aber bei jeder späteren Lichtung setzt sofort wieder eine üppige Entwicklung ein, um bald alles zu überziehen. Ähnlich zäh hält sich auch die sog. Segge (*Calamagrostis epigeios*) durch ihre Rhizome im dunklen Bestand jahrzehntelang.

Ebenso mahnen aber auch die noch sehr unsicheren und widersprechenden Ergebnisse der Zuwachssteigerung nach stärkeren Eingriffen in den Bestand (vgl. Teil II, 16. Kap.) zur Vorsicht und zu allmählichem Vorgehen. Hier gibt es noch weniger ein Zurück. Ist die Stammzahl erst einmal zu stark verringert und leisten die wenigen Stämme nicht das Erwartete, dann ist die Minderleistung für lange Zeit festgelegt! Aus allen diesen Gesichtspunkten heraus hat sich denn auch in der neueren Wirtschaft ganz allgemein der Gedanke Bahn gebrochen, bei allen das Licht beeinflussenden Eingriffen möglichst alle Plötzlichkeit zu vermeiden und „Stetigkeit“ zu wahren!

12. Kapitel. Die Kohlensäure.

Bedeutung des Kohlensäurefaktors im allgemeinen. Die Kohlensäure ist ebenso wie das Licht ein unentbehrlicher Faktor für den Vorgang der Assimilation bei allen grünen Pflanzen. Die Kohlensäure spielt aber auch gerade beim Aufbau des Holzkörpers unsrer Waldbäume eine außerordentlich wichtige Rolle, da dessen Trockensubstanz ja bis zu 40% aus Kohlenstoff besteht. Wenn man trotzdem bis vor kurzem diesem Lebensfaktor ökologisch keine besondere Beachtung geschenkt hat, so lag das daran, daß man den Kohlensäuregehalt der Luft mit seinem durchschnittlichen Wert von 0,03% als unabänderlich gegeben und nur wenig veränderungsfähig ansah. Außerdem hatte man festgestellt, daß die Assimilation auch bei dieser geringen Konzentration unter sonst günstigen Umständen noch recht lebhaft sein kann.

In diesen Anschauungen ist aber in der letzten Zeit ein bemerkenswerter Wandel eingetreten, wenn auch die Ergebnisse der hier von Lundegårdh u. a.

ausgeführten Versuche und die daraufhin entwickelten Anschauungen von anderer Seite noch für unsicher und zweifelhaft angesehen werden¹.

Zahlreiche Untersuchungen haben jedenfalls gezeigt, daß eine Erhöhung des Kohlensäuregehalts der Luft über den Durchschnittswert von 0,03% in vielen Fällen die Assimilation zu steigern vermag. (Ebenso sollen auch Kulturversuche in Gewächshäusern wie auch auf Äckern mit künstlicher Kohlensäuredüngung z. T. ganz erhebliche Wachstumssteigerungen gebracht haben.)

Für Kiefernadeln in vollem Tageslicht wurde bei Erhöhung des Kohlensäuregehalts eine Steigerung der Assimilation gefunden, die zunächst fast proportional damit stieg, später aber stark abgeschwächt verlief (vgl. Abb. 61). Nach Lundegårdh befindet sich eben bei starkem Licht der Kohlensäurefaktor mit 0,03% im Minimum oder in Minimumnähe, so daß auch eine nur geringe Erhöhung, wie sie in der Natur allein vorkommt, schon starke Wirkungen hervor-

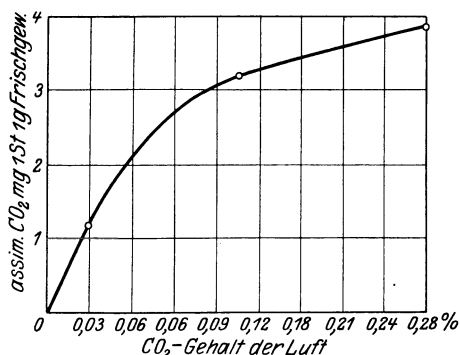


Abb. 61. Die Assimilationsintensität von Kiefernadeln bei steigendem Kohlensäuregehalt der Luft von 0,03 normal bis 0,09 starke Steigerung, von da ab rasch nachlassend. Nach Stålfelt, 1924.

bringen kann. Bei schwachen Lichtintensitäten spielt dagegen die Steigerung des Lichtes zunächst die größere Rolle. Aber schon bei $\frac{1}{10}$ Tageslicht, wie es doch in vielen Waldbeständen vorkommt, wird nach Lundegårdh die Assimilation vorwiegend durch den Kohlensäurefaktor beherrscht. Im Gegensatz dazu steht die von Mitscherlich und seiner Schule vertretene Anschauung, daß der durchschnittliche Gehalt der Kohlensäure von 0,03% für diesen Faktor schon Optimum oder Optimumnähe bedeutet, und daß eine Ertragssteigerung, wie sie von anderer Seite experimentell nachgewiesen wurde, auf die gleichzeitige Veränderung anderer dabei mit

veränderter Faktoren zurückzuführen sei. (Vgl. die angeführte Literatur. Eine weitere Klärung bleibt erst noch abzuwarten.)

Die Quellen der Kohlensäure. Die Quellen der Kohlensäure sind in der Hauptsache die Verbrennung von Kohle und die Atmung von Mensch, Tier und Pflanze. Den allergrößten Anteil scheinen hierbei die im Boden lebenden niederen Organismen, Pilze und Bakterien, zu haben, welche die Zersetzung der organischen Stoffe, im Walde also der Abfall- und Humusstoffe, bewirken und hierbei die organischen Kohlenstoffe wieder in die anorganische Kohlensäure überführen. Diese sog. Bodenatmung, deren Größe in letzter Zeit mehrfach messend verfolgt wurde, scheint in besonders starkem Maße den Ersatz der durch die Assimilation in großen Mengen verbrauchten Luftkohlensäure zu liefern.

Verschiedenheiten des Kohlensäuregehalts im Freien und im Walde. Die Schwankungen des Kohlensäuregehaltes der Luft zu verschiedenen

¹ Aus der sehr umfangreichen Literatur sei hier nur hingewiesen auf: Lundegårdh: Der Kreislauf der Kohlensäure in der Natur. Jena 1924. — Reinau: Kohlensäure und Pflanzen. Halle 1920. — Bornemann: Kohlensäure und Pflanzenwachstum, 2. Aufl. Berlin 1923. — Meinecke d. J.: Die Kohlenstoffernährung des Waldes. Berlin 1927. — Für die Gegenseite: Spirgatis: Untersuchungen über den Wachstumsfaktor Kohlensäure. Dissert., Königsberg 1923. — Lemmermann: Mitt. d. dtsh. Landw.-Ges. 1925, S. 693. — Janert: Botan. Arch. 1922, H. 3/4. — Eine Reihe von kritischen Artikeln von Schmidt, Albert u. a. in Z. f. Forst- u. Jagdwes. 1923.

Zeiten sind nicht unbedeutend. So fand Lundegårdh auf Hallands Vaderö, einer Insel im Süden Schwedens, in den Sommermonaten des einen Jahres als Mittel 0,033%, im andern nur 0,028%. Nachts, wo nicht assimiliert wird, ist der Gehalt höher als am Tage, im Sommer pflegt er zu sinken und im Herbst wieder zuzunehmen. Aber der Verbrauch durch die Pflanzen bestimmt den Gang nicht allein, sondern ebenso oder noch mehr die Anlieferung durch die Bodenatmung. Da diese in hohem Maße von den Wärme- und Niederschlagsverhältnissen abhängt — nach warmen Regen steigt z. B. die Bakterientätigkeit stark an —, so kommen fortwährende mehr oder minder große Schwankungen vor, die absolut zwar nicht sehr hoch sind, wohl aber relativ (20—30%), und die durch den steilen Anstieg der Kurve im Minimumgebiet nach Lundegårdh nicht ohne Wirkung sein können. (In Großstädten wurden Werte von 0,05% [Stockholm], in London bis 0,07% werktags gegen 0,03% feiertags beobachtet!)

Uns berührt hier besonders die Frage, wie es mit dem Kohlensäuregehalt der Waldluft steht. Ältere Untersuchungen von Ebermayer hatten im großen Durchschnitt in 1—2 m über dem Boden nur ein Mehr von 0,001% im Walde gegenüber dem Freiland ergeben, und da Ebermayer die Kohlensäuremenge überhaupt als optimal ansah, so schloß er daraus, daß keinerlei fördernde Wirkung anzunehmen sei: Im einzelnen fand auch Ebermayer aber recht bedeutende Unterschiede. So wurde z. B. in jungen, dichten Buchenbeständen

gelegentlich ein Maximum von 0,05% und in alten Fichtenbeständen ein Minimum von 0,027% gefunden. Bei Fichtenbeständen, von denen besonders viele Untersuchungen vorliegen, fiel auch eine Zunahme des Gehalts mit höherem Alter auf. Neuere Untersuchungen von Lundegårdh und besonders von Meinecke¹ haben in vielen Fällen bedeutend höhere Werte (0,05—0,07%) ergeben. Allerdings lagen diese hohen Werte meist tief am Boden. Aber Meinecke hat doch auch bis zur Höhe der Baumkronen nicht selten noch Werte von 0,04—0,05% gefunden. Fast ausnahmslos war aber der CO₂-Gehalt am Boden am höchsten, darüber sank er erst stark, dann schwächer, um in der Höhe der Baumkronen wieder sehr stark und plötzlich abzunehmen (vgl. Abb. 62), was Meinecke in Zusammenhang mit dem großen Verbrauch durch die assimilierenden Blätter bringt. Danach besteht in der Hauptsache

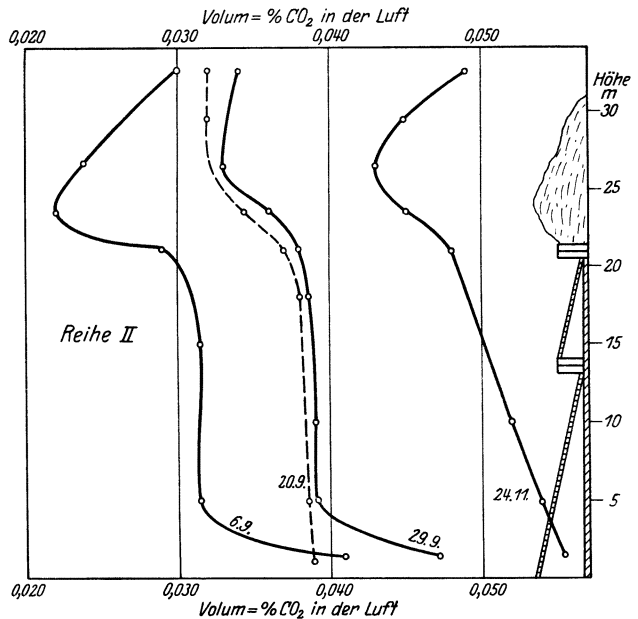


Abb. 62. CO₂-Verteilung in der Bestandesluft eines Buchenbestandes nach Meinecke d. J. an 4 Aufnahmetagen (6. September, 20. September, 29. September und 24. November). (Rechts Skizze des Aufnahmegerüsts und der Baumkronenhöhe.) Alle Kurven zeigen in der Kronenhöhe eine Ausbauchung = Abfall des CO₂-Gehalts, unten über dem Boden ein Ansteigen desselben.

¹ Meinecke: a. a. O., S. 124ff.

ein Konzentrationsgefälle vom Boden bis zu den Baumkronen hinauf, in geringerem Grade auch ein solches von den Luftschichten über den Kronen zu diesen hinab.

Diese sehr interessanten und an sich einleuchtenden Ergebnisse sind aber doch wohl noch nicht sicher genug als Durchschnitt im ganzen festgestellt, denn die nicht sehr zahlreichen Messungen, die bis zu Baumhöhen und darüber hinaus ausgeführt werden konnten, zeigen bei näherer Betrachtung doch mancherlei starke Abweichungen. Die Beobachtungen sind außerdem meist bei sehr ruhiger oder nur gering bewegter Luft ausgeführt worden, wie sie bei uns nur selten vorkommt. Es ist aber gerade ein Hauptbedenken, ob der Ausgleich der verschiedenen Konzentration in den Luftschichten regelmäßig durch die sehr langsam vor sich gehende Diffusion in Richtung des Konzentrationsgefälles stattfindet, oder ob nicht vielmehr durch auf- und absteigende Luftströmungen und unregelmäßige Winde mit ihren zahlreichen Wirbelbildungen (besonders im Walde!) häufiger eine rasche Durchmischung erfolgt. Damit aber würde einer der Hauptvorteile, der dem Walde für die eigne Kohlensäureversorgung von den Anhängern dieser Anschauung zugeschrieben wird, wieder ernstlich in Frage gestellt werden. Ein nur schwacher, horizontal streichender Wind von 5 m/sek würde schon in 10 Minuten die gesamte Luft aus einem Wald von 3 km Breite ins Freie entführen, jede auf- und absteigende Böe in wenigen Sekunden die oberen und unteren Luftschichten durcheinandermischen!

Der sehr viel stärkere Kohlensäuregehalt der untersten, dicht über dem Boden ruhenden Luftschichten ist auch von Lundegårdh festgestellt und bei Vergleichsmessungen im Walde viel höher als im Freiland gefunden worden. Zum Beispiel:

Boden		Bodenatmung			
Sandboden (ungedüngt)	0,20	g auf 1 qm in 1 Stunde			
Lehmboden (ungedüngt)	0,39	„ „ 1 „ „ 1 „			
Wiesenboden (mager)	0,33	„ „ 1 „ „ 1 „			
Waldboden (Buchenwald)	1,54—2,20	„ „ 1 „ „ 1 „			
Waldboden (Erlenwald)	1,17—2,34	„ „ 1 „ „ 1 „			

Meinecke gibt dagegen als großen Durchschnitt im Walde nur 0,4 g an. Er fand aber zeitlich und örtlich sehr große Schwankungen, die er selbst auf die wechselnden Wärme- und Feuchtigkeitsverhältnisse des Bodens und die dadurch veränderte Tätigkeit der Bodenbakterien zurückführt. Auf einzelnen Waldböden hat aber auch er Werte bis zu 1,0 g stündlich festgestellt. Vergleiche mit Freilandböden fehlen bei ihm. Dagegen sind solche im Walde selbst für verschiedene Bodenzustände (Bearbeitung, Streuentnahme, Reisigdeckung u. a. m.) durchgeführt worden, die recht bemerkenswerte Ergebnisse zeigten. Sie bestätigen im allgemeinen die auch aus landwirtschaftlichen Untersuchungen schon bekannte Tatsache, daß Böden mit guter Zersetzung der organischen Stoffe (im Walde der Streu) sehr viel höhere Bodenatmung zeigen als solche, in denen die Zersetzung stockt, oder die organischen Stoffe nur äußerst spärlich sind. Lundegårdh sagt allerdings bezüglich des letzteren Umstandes, daß der absolute Humusgehalt die Intensität der Kohlensäureproduktion wenig beherrscht, sondern daß es nur eine gewisse, wahrscheinlich recht niedrige Grenze gäbe, unter die er nicht sinken darf, während im übrigen Feuchtigkeit, Wärme und Nährsalzgehalt die Intensität der Bodenatmung bestimmen.

Einfluß der Wirtschaft auf den Kohlensäurefaktor. Alle Angaben und Erfahrungen stimmen jedenfalls darin überein, daß die richtig angewandten Mittel der Bodenbearbeitung und Bodenpflege hier immer fördernd wirken. Man wird also damit nicht nur die allgemeinen Wachstumsbedingungen im Boden, sondern auch die Kohlensäureerzeugung verbessern können und auf diese Weise vielleicht nach beiden Richtungen hin dem jungen Nachwuchs im Walde helfen. Ob die Wirkung einer solchen höheren Kohlensäurekonzentration sich noch bis in die

höheren Luftschichten hinauf in ökologisch bedeutender Weise und Häufigkeit fühlbar macht, das müssen wir aber vorläufig noch als unsicher, wenn nicht sogar als unwahrscheinlich bezeichnen¹.

13. Kapitel. Der Wind.

Physiologische Wirkung des Windes. Luftbewegung ist an sich förderlich für die Transpiration der Pflanzen und damit auch für die schnellere Hebung des aufsteigenden Nährstroms. Im allgemeinen genügt dazu aber schon ein leiser Lufthauch, der die wassergesättigte Verdunstungsluft von der Blattfläche hinwegführt und dafür trocknere an ihre Stelle bringt. Stärkere Luftbewegung, wie wir sie meist erst als Wind zu bezeichnen pflegen (etwa von 3—4 m pro Sekunde) überschreitet wahrscheinlich schon das Optimum, indem dann die Transpiration übermäßig gesteigert wird, daraufhin die Spaltöffnungen der Blätter sich verengen oder gar schließen, und dadurch dann auch die Assimilation herabgesetzt wird. Allerdings besteht nicht bei allen Pflanzen nach dieser Richtung gleiche Empfindlichkeit. Sogar bei derselben Art stellte Bernbeck² verschiedene Wirkung je nach derberem oder zarterem Blattbau fest.

So fand sich bei Weinlaub folgendes Verhältnis der Assimilationsintensität bei verschiedenen Windstärken:

	Windgeschwindigkeit:	0 m	3 m	10 m/sek
a) Starkes Sonnenblatt		10	8	7
b) Mittelfestes Blatt		10	8	1
c) Sehr dünnes, großes Schattenblatt		10	3	0,5

Pathologische Wirkung des Windes. Aber nicht nur die Assimilation leidet durch den Wind, sondern es finden nach den Beobachtungen und experimentellen Untersuchungen Bernbecks auch unmittelbare Schädigungen der Gewebe an Blättern und Stengeln statt, die auf die unaufhörlichen Erschütterungen und Stöße im Winde zurückzuführen sind. Sie rufen meist unbeachtete kleine Verfärbungen (Flecken und Streifen) an den Stellen hervor, die hauptsächlich der Faltung und Biegung ausgesetzt sind. Die Schädigung durch den Wind ist hierbei also mechanischer Art, indem die Zellen und Gewebe zusammengereißt und zusammengestaucht werden und wahrscheinlich das Zellplasma hierunter leidet. Es gelang Bernbeck³ durch Versuche bei künstlich erzeugten Windstärken an frei beweglichen und an festgelegten Pflanzen und Blättern den Unterschied nachzuweisen und die Schädigungen einwandfrei auf die Erschütterung durch den Wind zurückzuführen.

Darüber hinaus kommen wir dann schon in das Gebiet der grobmechanischen Beschädigungen, die durch gegenseitiges Reiben und Peitschen von Nadeln und Blättern an einzelnen Zweigen stattfinden. Sie zeigen an windausgesetzten Örtlichkeiten nicht nur deutlich sichtbare Spuren durch Kahlwerden und Absterben der Kronen und Äste (Abb. 63), sondern sie haben auch einen starken Zuwachsrückgang zur Folge. Sowohl an den Meeresküsten als auch mit zunehmender Höhe im Gebirge zeigen sich dann an ungeschützten Stellen eigentümliche Kronenformen, bei den Laubhölzern meist eine dichte, buschige Form mit dachartiger Abschrägung gegen die Hauptwindrichtung,

¹ Vgl. hierzu Alberts zusammenfassende, ähnliche Stellungnahme zu der ganzen Frage in Z. f. Forst- u. Jagdwes. 1923, S. 711.

² Bernbeck: Wind und Pflanze. Tharandter forstl. Jb. 1920, S. 130ff. Weitere sehr ausführliche Literatur vom genannten Verfasser u. a. ebenda S. 186.

³ Bernbeck: Der Wind als pflanzenpathologischer Faktor. Dissert., Bonn 1907.

bei Nadelhölzern, besonders bei der Fichte, eine fahnenartige Ausbildung nach der windabgekehrten Seite (Windfahnenbildung, Abb. 64). Man spricht

hierbei von der sog. scherenden Wirkung des Windes. Auch die besonders windempfindliche Form der Kiefer im südwestdeutschen Tiefland zeigt nach Münch ähnliche Erscheinungen in der Krone. Ebenso soll die sibirische Lärche vielfach ihre Wipfelspitzen mit den Seitenästen in die Hauptwindrichtung einbiegen (sibirischer Jägerkompaß).

Schließlich führt an der Baumgrenze der Wind im Verein mit andern Faktoren vielfach zu noch schwereren Beschädigungen an Krone und Ästen (Wetterbäume), zur Krüppelbildung und schließlich auch vielfach zur Bildung der Baumgrenze selbst (vgl. Kap. 5, S. 43).

Auch an der stark windausgesetzten Meeresküste finden wir ähnliche Bilder, die durch die scherende und brechende Kraft des Windes verursacht sind und zur Ausformung eigentümlicher Krüppelbestände (sog. Gespensterwälder) geführt haben (vgl. Abb. 65).

Die noch gröber mechanischen Wirkungen des Windes bei den höchsten Stärkegraden, die durch



Abb. 63. Schädigung der Kronen eines Fichtenbestandes am windausgesetzten Berghang (Kickelhahn bei Ilmenau). (Gerade hier dichtete übrigens Goethe: „Über allen Gipfeln ist Ruh“!) Phot. F. Schwarz.



Abb. 64. Windfahnenbildung an der Fichte und windgescherte Buchenkronen am Haldenköpfe i. Schwarzwald (ca. 1200 m). Phot. L. Klein.

Bruch oder Wurf ganzer Stämme und Bestände schaden und oft zu schwersten Katastrophen im Walde führen, gehören ins Gebiet des sog. Forstschatzes und

sind daher hier nicht näher zu betrachten, wenn ihnen auch waldbaulich die größte Aufmerksamkeit zu widmen ist. Das Nötige hierüber wird in Teil II zu behandeln sein.

Die Zuwachsschädigungen durch den Wind schätzt Bernbeck durch Vergleich von Beständen auf sonst guten und feuchten Böden je nach der durchschnittlichen lokalen Windstärke auf ein Zuwachsverhältnis von 3:2:1 bei 0:5:10 m pro Sekunde. In Versuchen mit krautigen Pflanzen fand er ein Verhältnis von 3:2:1 bei 1:3:9 m pro Sekunde.

Münch, der in einer besonderen Arbeit¹ das ganze Sündenregister des Windes im Walde zusammengestellt hat, gibt dort auch eine sehr anschauliche graphische Darstellung des abfallenden Höhenzuwachses bei der Weimutskiefer an windausgesetzten Bestandsrändern (Abb. 66).

Wirkung auf den Boden. Neben diesen physiologischen und pflanzenpathologischen Wirkungen des Windes ist aber auch noch der Einwirkung auf den Boden durch Austrocknung und Laubverwehung zu gedenken. Auch hier sind Ränder, windausgesetzte Hänge und Bergnasen oft in sehr deutlicher Weise geschädigt („verhagert“ oder „ausgeblasen“). Allerdings darf man diese Wirkung nicht verallgemeinern und überschätzen, da der Wind im Innern des Waldes und besonders am Boden stark abgeschwächt ist, und weil eine schützende Laub- oder Nadeldecke die Austrocknung des Bodens mehr oder minder ganz zu verhindern imstande ist.

Einfluß auf Baum- und Schaftform. Den formbestimmenden Einfluß des Windes hatten wir vorher schon bei der Kronenausbildung in windausgesetzten Lagen kennengelernt.



Abb. 65. Windwirkung an der Meeresküste (sog. Gespensterwald der Kiefer; Düne bei Zinnowitz). Phot. F. Schwarz.

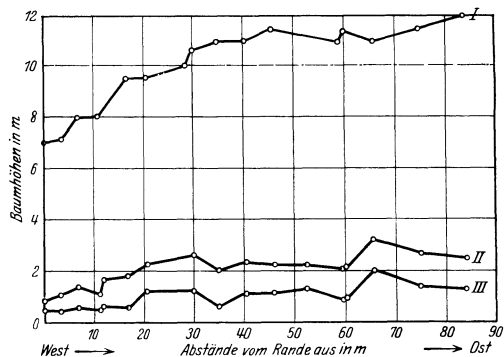


Abb. 66. Höhenprofil eines Strobenbestandes im Wuchsalter von 19 (I), 7 (II) und 5 (III) Jahren. Abdachung der Bestandeshöhe gegen den Westrand. Nach Münch.

¹ Münch: Windschutz im Walde. Silva 1925, H. 1.

Diese ist durchaus pathologischer Natur. Wie weit das auch bei Stammkrümmungen der Fall ist, wie z. B. bei dem sog. Säbelwuchs der Lärche, der häufig, aber nicht immer, mit der Hauptwindrichtung zusammenfällt, ist noch strittig.

Wahrscheinlich wirkt hier neben der äußeren biegenden Kraft des Windes, dem dann eine Aufrichtung und einseitige Verstärkung des Schaftes als Reaktion folgt, auch eine innere Anlage zur Bildung geiler Triebe in der Jugend mit. Es ist auffällig, daß gerade solche üppigen, langen Triebe bei jungen Lärchen oft derartige Krümmungen und Gegenkrümmungen zeigen, wie sie als Wirkungen des Schwerkraftreizes nach einer Verschiebung der Sproßachse aus der Senkrechten bekannt sind. In vielen Fällen, z. B. an Gebirghängen, kommt eine solche Verschiebung aber auch durch andere Ursachen als den Wind zustande, z. B. durch Erdbeben und Erddruck von oben her¹.

Einen weiteren formbestimmenden Einfluß übt der Wind auch vielfach auf den Durchmesser unsrer Bäume aus, indem dieser in der Hauptwindrichtung größer wird als senkrecht dazu. Der Stammquerschnitt ist dann nicht mehr kreisförmig, sondern er bildet eine Ellipse, deren große Achse in der Hauptwindrichtung liegt. Der Mittelpunkt der Stammscheibe liegt exzentrisch, die Jahrringbreiten nach der Luvseite zu sind kleiner, nach Lee größer. Man erklärt dies als Wirkung des Zugreizes auf der einen und des Druckreizes auf der andern Seite. Häufig sind solche vom Winde stark getroffenen Bäume allerdings auch gleichzeitig etwas schief gedrückt, so daß dann auch noch die dauernde ungleiche Zug- und Druckwirkung durch den Schiefstand hinzukommt und die Exzentrizität noch erhöht. Diese Erscheinung scheint sich im Walde hauptsächlich an den im Winde stark schwingenden Nadelhölzern zu finden. Sie wurde sowohl bei Kiefer als auch bei Fichte und Tanne nachgewiesen².

Sie wurde in einem älteren Versuch von Knight auch künstlich an einem jungen Obstbaum erzeugt, der so befestigt war, daß er vom Winde nur in Nordsüdrichtung bewegt werden konnte, worauf im nächsten Jahre sofort eine Vergrößerung des Jahrrings in dieser Richtung erfolgte. Die Laubhölzer dürften also grundsätzlich wohl ebenso reagieren.

Einen allgemeinen Einfluß auf die Ausbildung des Schaftes unsrer Bäume übt der Wind schließlich noch insofern aus, als diese in ihrem Aufbau die Form eines Trägers gleichen Widerstandes gegen die senkrecht angreifende Kraft des Windes zeigen. Dieser Gedanke ist zuerst von Metzger³ ausgesprochen worden, der in Durchführung der berühmten Schwendenerschen Theorie vom Aufbau der Pflanze nach statischen Gesetzen nachwies, daß diese auch für die Form der Baumstämme zutreffen. Der Baumschaft ist danach als ein am Wurzelende im Boden befestigter Träger zu denken, auf den der Wind im Schwerpunkt der Krone seitlich angreift. Mit der Länge des Hebelarmes muß danach die Verstärkung nach unten zunehmen und nach oben abnehmen. Nach dem Gesetz von der möglichst sparsamen Verwendung der Baustoffe nimmt sie nun genau in dem Maße zu und ab, wie es die Gleichheit des Widerstandes nach statischen Berechnungen erfordert. Daher sind nach Metzgers weiteren Entwicklungen auch die Bäume im Schlußstand im allgemeinen immer vollholziger, d. h. nach oben hin relativ dicker als die

¹ Vgl. Tschermak: Die Formen der Lärche in den österreichischen Alpen und der Standort. Zbl. f. d. ges. Forstwes. 1924, H. 7/12.

² Schwarz, F.: Dickenwachstum von *Pinus silvestris*. 1899. — Hartig, R.: Wachstumsuntersuchungen an Fichten. Forstl. naturwiss. Z. 1896, S. 42. — Mer: Recherches sur les causes d'excentricité de la moelle des sapins. Paris 1889. (Sonderabdruck aus Revue des eaux et forêts.)

³ Metzger: Der Wind als maßgebender Faktor für das Wachstum der Bäume. Münchener forstl. Hefte 1893. — Studien über den Aufbau der Bäume nach statischen Gesetzen. Ebenda 1894 u. 1895. — Ferner Konstruktionsprinzip des sekundären Holzkörpers. Naturwiss. Z. f. Forst- u. Landwirtsch. 1908.

im Freistand erwachsenen, deren Stammstärke nach oben hin rascher abnimmt (abholzigere Stammform). Nach jeder Freistellung (starke Durchforstung bzw. Lichtung) nimmt entsprechend der größeren Angriffskraft des Windes der Zuwachs im unteren Stammteil stärker zu als im oberen, der Stamm wird abholziger. Diese auch für die forstliche Zuwachslehre und Ertragskunde höchst wichtigen Beziehungen hatte Metzger zunächst an Fichten nachgewiesen. Sie sind später von Schwarz für die Kiefer¹ und neuerdings auch von Münch² für Fichte, Kiefer und Lärche bestätigt worden. Wie genau die berechneten Werte mit den durch Messungen gefundenen übereinstimmen, zeigt eine dem letzteren entnommene graphische Darstellung (Abb. 67).

Verteilung der Winde in Deutschland. Die Windstärke und Windhäufigkeit in Deutschland ist meist durch mehr oder minder offene Lage zu den bei uns hauptsächlich aus westlicher Richtung kommenden Winden bedingt. Am windreichsten sind die Meeresküsten³. Besonders die Westküste der schleswig-holsteinischen Halbinsel zeigt in der Schwierigkeit, denen Wald- und Baumwuchs dort begegnen, die Stärke der dortigen Windwirkung. Aber auch die Ostseeküste, sowie ganz Norddeutschland haben wegen ihrer offenen Lage stärkere Winde als Mittel- und Süddeutschland in entsprechenden Höhenlagen.

So beträgt z. B. die prozentuale Häufigkeit der stärkeren Windgeschwindigkeiten von 5—10 m pro Sekunde im Jahresdurchschnitt an der Nordseeküste und in der nordostdeutschen Tiefebene etwa 25 %, in Mitteldeutschland 19—22 %, in Süddeutschland aber nur 16—17 %.

In den Gebirgen nimmt der Wind mit der Höhe zu, besonders häufen sich die starken und stärksten Windgrade. Aber auch hier haben die norddeutschen Gebirge als die ersten Windbrecher am Rande des nördlich vorgelagerten Tieflandes viel ungünstigere Verhältnisse als die süddeutschen.

So zeigen z. B. im Jahresdurchschnitt:

Windgeschwindigkeit:	5—10 m	10—15 m	über 15 m
	%	%	%
Brocken (Harz), 1140 m	33	24	14
Großer Belchen (Vogesen), 1394 m . .	27	11	5
Höhenschwand (Schwarzwald), 1005 m	15	3	1

Die Windstärke nimmt überall auch mit der Höhe über dem Boden außerordentlich stark zu, umgekehrt nach dem Boden zu

¹ Schwarz, F.: Das Dickenwachstum von *Pinus silvestris*, S. 154ff.

² Büsgen u. Münch: Bau und Leben unserer Waldbäume, S. 165ff.

³ Eingehende Darstellung der Windverhältnisse gibt das grundlegende Werk von R. Aßmann: Die Winde in Deutschland. Braunschweig 1910.

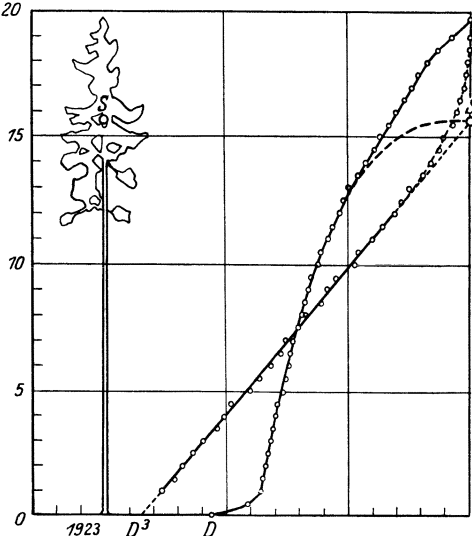


Abb. 67. Stammanalyse einer 76-jährigen Fichte aus dem Tharandter Forstgarten. Der astfreie Stammteil von 1 m Höhe bis zum Kronenansatz bildet ein kubisches Paraboloid D^3 (die Durchmesser Kuben D^3 liegen auf einer durch den Kronenschwerpunkt S gehenden Geraden). Innerhalb der Krone, mit Ausnahme eines kurzen Gipfelstückes, bildet der Stamm einen Kegel. Der Stamm hat also die Form eines Trägers gleichen Widerstandes. Maßstab für die Höhen 1:200, für die Durchmesser 1:4. Nach Münch.

a b, was ökologisch außerordentlich wichtig ist. Diese Abschwächung des Windes nach unten zu macht sich schon bei recht geringen Höhenunterschieden stark geltend.

So fand Schubert¹ im Sommer 1908 auf der Feldstation bei Eberswalde folgendes Verhältnis in den verschiedenen Schichten:

4,2 m über Boden	3,81 m/sek	1,0 m über Boden	2,36 m/sek
2,2 „ „ „	3,05 „	0,2 „ „ „	1,76 „

Auf großen freien Wiesenflächen bei Potsdam wurde von Hellmann² der durchschnittliche tägliche Gang der Windgeschwindigkeit von Juli—Oktober 1918 in Höhen von 2 m bis 0,05 m über dem Boden festgestellt und dabei das in Abb. 68 dargestellte Verhältnis gefunden.

Eine Luftbewegung, die in menschlicher Kopfhöhe noch als leichter Wind (3—4 m pro Sekunde) empfunden wird, ist also schon in 10—20 cm über dem Boden nur noch ein leiser Zug (1—2 m pro Sekunde).

Die hauptsächlichste Richtung der Winde ist in Deutschland fast überall die aus NW—SW. Ihre Häufigkeit beträgt fast das Doppelte

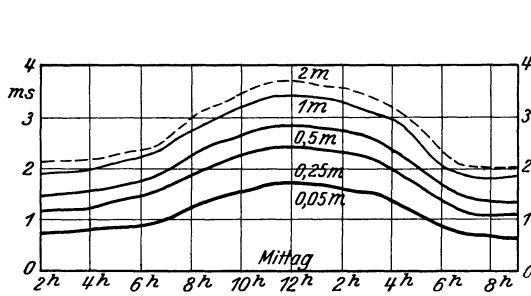


Abb. 68. Täglicher Gang der Windgeschwindigkeit in verschiedenen Höhen (0,05—2 m) über dem Boden. Nach Geiger.

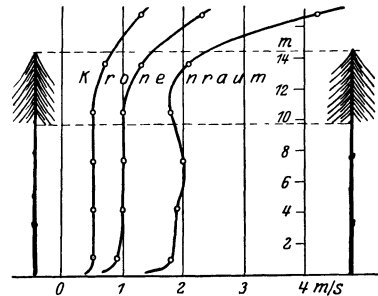


Abb. 69. Vertikale Verteilung der Windstärke im Walde bei verschiedener Windgeschwindigkeit. Nach Geiger.

wie die aus der entgegengesetzten Richtung NO—SO (rund etwa 50 gegen 25 bis 30%). Dieses Verhältnis ist insofern bedeutungsvoll, als die Westwinde bei uns immer feuchter, ja meist sogar regenbringend sind und daher nicht so austrocknend wirken wie die gefürchteten Ostwinde.

Einfluß des Waldes auf den Wind. Daß der Wind durch den Wald eine starke Beeinflussung erfahren muß, ist klar. Es wird hier nur die Aufgabe sein, die Art und das Maß dieses Einflusses festzustellen.

Wenn ein horizontaler Wind auf einen Waldrand auftrifft, so muß sich die Luft dort stauen, und der Wind wird zum Aufsteigen gezwungen, hinter dem Walde fällt er wieder ab und erreicht bald wieder seine luvseitige Stärke, wie vergleichsweise Messungen gezeigt haben.

Der Wind wird im Walde am stärksten am oberen Kronendach abgebremst, eine zweite, etwas schwächere Abbremsung findet außerdem noch am Waldboden statt. Die Abschwächung im Stammraum unter den Kronen ist je nach der Bestandeszusammensetzung verschieden stark. In einem 65jährigen, 15—16 m hohen reinen Kiefernbestand der Pfalz ergab sich nach Geigers Messungen der in Abb. 69 dargestellte sehr charakteristische Verlauf.

¹ Schubert, J.: Über die Windstärke in den unteren Luftschichten und den Windschutz des Waldes. *Silva* 1922, S. 377.

² Hellmann, G.: Über die Bewegungen der Luft in den untersten Schichten der Atmosphäre. *Sitzsber. d. preuß. Akad. d. Wiss.* Bd. 22, S. 404, 1919.

In einem benachbarten ähnlichen, aber reichlich mit Fichte durchgestellten Bestand war aber die Abschwächung auch unter dem oberen Kronenraum noch stark ausgeprägt.

Ebenso fand Schubert¹ eine solche im unteren Stammraume eines mit Laubholz unterstellten Kiefernbestandes:

Höhe über Boden	Windgeschwindigkeit	
	Feld	Kiefern mit Laubholzunterstand
m	m/sek	m/sek
3,2	3,7	0,9
2,2	3,3	0,5
0,2	1,8	0,2

Diese Zahlen bestätigen also nur die bereits in der forstlichen Praxis verbreitete und eigentlich selbstverständliche Annahme, daß ein geschlossener Bestand mit gleich hohem Kronendach (gleichaltriger Bestand) in seinem Stammraum die Windwirkung nicht wesentlich abzuschwächen vermag. Man hat im Gegenteil bei solchen Beständen von „Trockenschuppenwirkung“ gesprochen, da sie mit ihrem Kronendach den Regen abfangen und unten den Wind durchpfeifen ließen. Das ist allerdings eine etwas starke Übertreibung, insofern die Abbremsung der Windgeschwindigkeit im Kronenraum immer schon eine starke Herabsetzung auch im Stammraum nach sich zieht — der Wind springt eben über den Wald hinweg —, aber andererseits ist es doch richtig, daß der Unterstand oder ein geschichtetes Kronendach, wo sie vorhanden sind, die Windstärke dann noch weiter herunterzusetzen vermögen. Im allgemeinen herrscht aber „Windruhe am Boden“, von der heute viel gesprochen wird, meist auch schon ohne Baumunterstand in niedrigen Höhen von 10—15 cm, ganz besonders, wenn noch eine Bodenflora vorhanden ist.

Einige stichprobeweisen Messungen an solchen Stellen² zeigten z. B. folgende Windstärken:

	Höhe über dem Boden cm	Windstärke m/sek
Lichtung im Fichtenhochwald	180	1,3
Zwischen dürrem Gras	5	0
Heidehochwald	100	2,4
In der Heide	5	1,2
Offene Heide	180	9,3 (!)
Wipfel von Calluna	30	1,4
Zwischen Calluna	10	1,0 (!)

Berücksichtigung des Windfaktors in der Wirtschaft. Die forstlichen Maßregeln zur Erhöhung des Windschutzes werden sich in erster Linie

auf diejenigen Stellen zu richten haben, an denen dauernde Einwirkungen des Windes zu erwarten sind, also auf Waldränder, windausgesetzte Bergänge und Bergnasen. Hier kann viel durch Anlage von Windmänteln geholfen werden, indem man einen Rand schafft, der durch tiefe Bekronung und Beastung den Wind abhält. Die gern hierfür gewählte Fichte ist trotz ihrer sehr dichten Bemantelung leider unsicher, da sie zu leicht vom Sturm geworfen wird. Laubholz, wie Eichen und Buchen, bemanteln sich im Freistand zwar auch noch ziemlich tief, gewähren aber im Frühjahr erst sehr spät nach voller Belaubung richtigen Schutz. Es ist empfehlenswert, sie nach außen mit niedrigen Sträuchern oder zu köpfenden Bäumen (Hainbuche) zu umgürteln. Auch Schlehdorn, Weißdorn, Wildrosen, auf ärmeren Böden auch Besenginster sind hierfür geeignet. Natürlich ist jeder sich findende Unterwuchs zu erhalten und zu pflegen. Ein sehr gutes Mittel für ausgeblasene Hänge und Bergnasen besteht in Deckung mit

¹ Schubert: Über die Windstärke in den unteren Luftschichten und den Windschutz des Waldes. Silva 1922, S. 377.

² Stocker, O.: Klimamessungen auf kleinstem Raum an Wiesen-, Wald- und Heidepflanzen. Ber. d. dtsh. botan. Ges. 1923, S. 145ff.

dem bei Durchforstungen anfallenden Astreisig, das vor allem das leicht verwehende Laub fängt und festhält.

Man hat auch empfohlen, wo Unterbau von ganzen Beständen mit Laubholz (Buche, Hainbuche u. a.) der Kosten wegen nicht möglich ist, wenigstens die einzelnen Bestandesränder damit zu versehen, oder große gleichförmige und der Austrocknung ausgesetzte Bestände wenigstens auf Streifen senkrecht zur Hauptwindrichtung (Windkulissen) zu unterbauen.

Natürlich vermehrt jede Abstufelung des Kronendachs, jede Erhaltung lebensfähigen Unterstandes die Windruhe im Bestande. Auch die Hiebsführung wirkt darauf ein.

So zeigte eine neuere Untersuchung¹ z. B. die Überlegenheit der kleinen Lückenhiebe gegenüber einem allerdings stark aufgelichteten langen Streifenhieb (Schirmschlag). Die mittlere Windgeschwindigkeit betrug in 1 m Höhe:

	Juni m/sek	Juli m/sek	August m/sek	September m/sek
Auf den Lückenhieb . . .	0,26	0,50	0,55	0,35
Im Schirmschlag	0,54	0,85	0,72	0,49

So beachtenswert auch jede Maßregel zur Abschwächung des Windes an allen Stellen im Walde ist, so wird sich die Hauptsorge im allgemeinen immer auf die Wald- und Bestandesränder und die ausgeblasenen Hänge zu richten haben. Bei der Hiebsführung und Verjüngung ist der beste Windschutz immer ein rasch emporwachsender und sich schließender Jungwuchs. In manchen Fällen wird dieser sich freilich leichter und williger finden, wo Windruhe vorhanden ist. Aber gerade dort, wo diese am nötigsten ist, wie auf unsern trocknen Kiefernböden, ist sie im Innern ganzer Bestände meist schwer oder gar nicht zu schaffen!

14. Kapitel. Der Boden².

Gründigkeit. Der Boden stellt zunächst das Fundament dar, in dem die Bäume mit ihrem Wurzelwerk verankert sind und in dem ihre schweren Massen den festen Halt finden müssen. Man spricht in diesem Sinne auch von der Gründigkeit des Bodens und bezeichnet diese nach Übereinkommen der forstlichen Versuchsanstalten je nach der Mächtigkeit der lockren, für die Wurzeln durchdringbaren Schicht mit folgenden Stufen:

sehr tiefgründig	über 1,2 m
tiefgründig	0,6 —1,2 „
mitteltiefgründig	0,3 —0,6 „
flachgründig	0,15—0,3 „
sehr flachgründig	bis 0,15 „

Es braucht aber nicht immer ein festes Gestein die abgrenzende Schicht zu bilden, die das Eindringen der Wurzeln verhindert, auch nicht einmal eine verkittete oder verfestigte Schicht, wie z. B. der sog. Ortstein, sondern es genügt, daß andre Umstände, wie z. B. ungenügende Durchlüftung oder flach anstehendes Grundwasser den Boden nach unten hin für die Durchwurzelung abschließen. Man spricht in solchen Fällen von physiologischer Flachgründigkeit. Die

¹ Wrede, C. v.: Die Bestandesklimatologie und ihr Einfluß auf die Biologie der Verjüngung unter Schirm und in der Gruppe. Forstwiss. Zbl. 1925, S. 441 ff.

² Für eine eingehendere Darstellung wird verwiesen auf Ramann: Bodenkunde, 3. Aufl. 1911. — Mitscherlich: Bodenkunde, 4. Aufl. 1923. — Lang: Forstliche Standortlehre. In Lorey-Weber: Handbuch der Forstwissenschaft, 4. Aufl., Bd. I, Abt. IV. 1926.

Verhältnisse sind nicht für alle Holzarten gleich zu beurteilen. Für Arten, die von Natur ihre Wurzeln bis in größere Tiefen schicken, kann schon ein tief- oder mitteltiefgründiger Boden relativ flachgründig werden, wenn er zur Verkürzung des Wurzelwerks zwingt. Ein solcher Fall ist z. B. nicht selten für die Kiefer gegeben, wenn sie auf flach anstehendem Ton oder Lehm auftritt (Abb. 70). Hier pflegen dann Windwurfkatastrophen die Folge zu sein, die damit die ungenügende Fundamentierung trotz üppigen Wachstums beweisen. Meist handelt es sich in solchen Fällen aber nicht um ursprünglich natürliches Vorkommen der Kiefer, sondern nur um künst-



Abb. 70. Windwurf an Kiefer auf Lehm Boden in der Oberförsterei Chorin. (Völlig flache Wurzelteilerbildung wie bei Fichte.) Phot. F. Schwarz.



Abb. 71. Großer Windbruch in einem auf Lehm stockenden Kiefernbestand in der Oberförsterei Freienwalde a. d. O. Vorbestand eine alte Laubholzräume, die mit Kiefer aufgeforstet wurde. Phot. F. Schwarz.

lichen Anbau auf ehemaligen Laubholzböden oder nur um eine vorübergehende natürliche Ansiedlung auf alten, durch Mißwirtschaft entstandenen Laubholzräumen. Ein solcher Fall lag z. B. auch bei dem großen Windwurf in Abb. 71 vor.

Andrerseits vermögen auch flachgründige Böden, wie z. B. steinige und felsige Gebirgsböden, für die Fichte durch Umklammerung der Blöcke und Fels-

stücke mit ihren Wurzeln relativ tiefgründig zu werden und ihr einen sehr festen Halt zu geben. Überhaupt ist die Gründigkeit solcher Gesteinsböden je nach der Klüftung und dem Reichtum an Spalten zu beurteilen. Besonders zeigen einzelne Kalkgesteine, z. B. im Karstgebiet von Dalmatien, manchmal geradezu überraschende Möglichkeiten für das Gedeihen an sich tiefwurzelter Holzarten, wie das bei der Aleppokiefer in Abb. 72 auf solchen Böden der Fall ist. Auch für das Auftreten der Lärche auf manchen nur flach mit Bodenkrume bedeckten Kalkgesteinen der Schweiz gilt Ähnliches¹. Ebenso findet sich auch die Kiefer öfters auf tiefgeklüfteten Sandsteinklippen (Felsenstadt des Heuscheuergebirges in Schlesien, Sächsische Schweiz, Bodetalklippen im Harz u. a. m.).



Abb. 72. Die Aleppokiefer (*Pinus halepensis*) in den Trichtern und Spalten des Karstgebirges wurzelnd.
Phot. A. Dengler.

Im allgemeinen gilt aber doch die Regel, daß der Boden um so tiefgründiger sein muß, je tiefer die normale Wurzelentwicklung der verschiedenen Holzarten geht, während er um so flachgründiger sein darf, je flacher diese ist. Jede flachwurzelter Holzart ist aber auch für größere Tiefgründigkeit dankbar und erhöht ihre Standfestigkeit dort sofort in entsprechender Weise (vgl. S. 203).

Der Boden als Nährstoffquelle. Viel wichtiger aber ist die Rolle, die der Boden als Nährstoffquelle für die Pflanzenwelt spielt. Da die Nährstoffe (Mineralstoffe) nur im Bodenwasser gelöst von den Wurzeln aufgenommen werden können, so ist in erster Linie das Wasser im Boden hierfür entscheidend. Auch der reichste Boden kann ohne Wasser nichts hergeben, andererseits kann ein armer Boden, wenn er feucht ist, mehr leisten, als seinem Mineralstoffgehalt entspricht, weil in der größeren Menge von Wasser auch mehr gelöste Mineralstoffe angeboten und aufgenommen werden können. Da die Wurzeln aber zur normalen Lebenstätigkeit auch Luft brauchen, so tritt als drittes Erfordernis neben Mineralstoffgehalt und Wasser noch eine genügende Durchlüftung des Bodens.

Die außerordentlich verwickelten Wirkungen, die diese und andere Faktoren nun auch auf den Boden selbst ausüben, sind Gegenstand einer besonderen Wissenschaft, der Boden-

¹ Vgl. Fankhauser: Zur Kenntnis der Lärche. Z. f. Forst- u. Jagdwes. 1919. Dort auch eine sehr bezeichnende Abbildung für einen solchen scheinbar flachgründigen Standort.

kunde, geworden, die in ihrem Aufschwung und in ihrer Entwicklung während der letzten Jahrzehnte ein Problem nach dem anderen vor uns aufgerollt hat. Neben der Pflanzenphysiologie ist die Bodenkunde die wichtigste ökologische Grundlage für den Waldbau geworden. Die Aufgabe und der Umfang dieses Buches gestatten uns hier aber nur, auf einige der wichtigsten Beziehungen zwischen Boden und Wald einzugehen.

Neben dem Wassergehalt des Bodens, dessen Bedeutung man natürlich frühzeitig erkannt hatte, hat man früher den hauptsächlichsten Grund für die verschiedene Fruchtbarkeit der Waldböden und für das Auftreten und Gedeihen der Holzarten in dem größeren oder geringeren Mineralstoffreichtum gesucht (chemische Bodenverhältnisse). Später, bis in die neueste Zeit hinein, hat man aber mehr und mehr erkannt, daß auch die physikalischen Verhältnisse (Struktur, Wasserführung, Durchlüftung u. a. m.) eine mindestens ebenso große, wenn nicht noch größere Rolle spielen. Schließlich trat dazu die Erkenntnis, daß alle diese Verhältnisse auch die unzähligen Kleinlebewesen beeinflussen, die die obere Bodenschicht bevölkern, und daß daraus wieder Rückwirkungen auf den Boden selbst folgen, die ihn in seiner Fruchtbarkeit entscheidend verändern können (biologische Bodenverhältnisse). Wir stehen auf diesem letzteren Gebiet besonders bei unseren Waldböden vielfach erst am allerersten Anfang der Erkenntnis und werden eine weitgehendere Klärung hier erst von kommenden Zeiten erwarten können.

Chemische Verhältnisse, Gesteins- und Bodenarten. Was zunächst die verschiedenen Gesteinsarten betrifft, aus denen sich der Boden gebildet hat, so findet man hier in vielen Fällen bei der natürlichen Verbreitung unserer Holzarten eine auffällige Indifferenz. Die gleiche Holzart tritt innerhalb engbegrenzter Gebiete auf den verschiedensten Gesteinen auf, z. B. die Buche in Westdeutschland auf Basalt, Muschelkalk und Buntsandstein, die Fichte im Harz ebenso auf Granit wie auf Grauwacke. Ja hier konnte ich sogar in einer besonderen Untersuchung¹ nachweisen, daß die natürliche Grenzlinie zwischen ihr und der Buche in geradem und glattem Zug quer über alle geologischen Scheidelinien hinweggeht. Offenbar sind hier andere Bedingungen wirksamer und allein bestimmend. Der geologische Unterschied ist aber doch sehr oft in feineren Einzelzügen (Leichtigkeit der Verjüngung, Wachstumsgang, Gesundheitszustand und Lebensdauer) zu erkennen und selten ganz gleichgültig!

Es ist übrigens nicht zu übersehen, daß die mineralogisch oft so auffällige Verschiedenheit der Grundgesteine sich im Zustand des verwitterten Bodens vielfach stark ausgleicht. Es entsteht daraus ein oft weitgehend gleicher Ton, Lehm oder Sand. Das verschiedene Korngrößenverhältnis, das diese Bodenarten als solche kennzeichnet, scheint ungleich bedeutungsvoller als das ursprüngliche geologische Substrat. Wo Lehm und Sand aneinanderstoßen, da findet sich fast überall im großen wie im kleinen ein scharf damit abgegrenzter Wechsel der Holzarten.

Nur da, wo Kalkgesteine die geologische Grundlage bilden, oder wo sehr kalkreiche mit kalkarmen Gesteinen zusammenstoßen, ist auch der geologische Unterschied meist im Wechsel der Holzarten und der sie begleitenden Bodenflora schärfer ausgeprägt. Eine solche Vorliebe für Kalkgesteine zeigen insbesondere Buche, Esche, die Ahornarten, die Elzbeere, die Mehlbeere, auch die Weißerle. Eine Bodenflora von großem Reichtum an Orchideen begleitet diese Kalkböden.

Besonders treten die seltenen Arten, wie *Cypripedium*, *Ophrys* u. a., auf, ebenso viele Schmetterlingsblütler (*Trifolium*, *Coronilla*, *Anthyllis*, *Medicago*), einige seltenere Gräser (wie *Melica*-Arten, *Sesleria* u. a.).

Es bildet sich dann geradezu eine Kalkflora, zu der auch die entsprechenden Gehölze zu rechnen sind. Man spricht bei einzelnen von diesen Arten auch von Kalkstetigkeit, wenn sie ausschließlich auf Kalkböden angetroffen werden. Von unsern Holzarten trifft das in erster Linie wohl nur auf die Elzbeere und von den krautigen Pflanzen auf die Orchideen *Cypripedium* und *Ophrys* zu. Im all-

¹ Dengler: Die Wälder des Harzes einst und jetzt. Z. f. Forst- u. Jagdwes. 1913.

gemeinen dürfte es richtiger sein, nur von kalkliebenden Pflanzen zu sprechen und sich bei der Beurteilung des Kalkgehaltes im Boden nicht auf vereinzelt Vorkommen, sondern auf das Gesamtbild der Flora zu stützen, da doch recht viele Ausnahmen zu beobachten sind. Noch unsicherer ist die sog. Kalkfeindlichkeit anderer Pflanzen (Kieselpflanzen). Von unsern Waldbäumen werden hierzu *Castanea vesca* und *Pinus pinaster* gerechnet, von Sträuchern *Sarothamnus scoparius*, *Calluna vulgaris*, *Vaccinium Myrtillus*, von den Moosen die meisten Sphagnumarten. Aber für eine ganze Anzahl von Fällen ist auch deren Vorkommen auf Kalkböden festgestellt.

Engler, Zürich¹, wies z. B. darauf hin, daß sich die Edelkastanie auch auf kalkreichen Sandsteinen und Mergeln findet, wenn diese nur genügend viel Kali enthalten. Man hat daher solche angeblich kalkfeindlichen Pflanzen auch als „Kalipflanzen“ bezeichnet. Am meisten kalkfliehend sind wohl die Sphagneen. Jedoch hat eine sorgfältige experimentelle Untersuchung² gezeigt, daß nur der kohlen-saure Kalk schädlich ist, Gips dagegen gut vertragen wird. Man wird daher in der Beurteilung der Kalkstetigkeit bzw. Kalkfeindlichkeit recht vorsichtig sein müssen.

Eine Anzahl von Waldpflanzen zeigt eine besondere Vorliebe für Standorte, auf denen eine reiche Bildung von salpetersauren Salzen stattfindet. Es sind das die sog. Nitratpflanzen. Ihr reicher Nitratgehalt läßt sich sogar chemisch durch gewisse Reaktionen im Pflanzensaft nachweisen. Zu ihnen gehören vor allem die *Urtica*-Arten, auch *Epilobium angustifolium*, *Senecio*-Arten und *Rubus Idaeus*³.

Für die Brennessel ist durch Untersuchungen auf verschiedenen Standorten folgender Zusammenhang zwischen Nitratgehalt und Entwicklung der Pflanzen nachgewiesen⁴:

Nitratgehalt in 1 l frischem Boden mg	Durchschn. Höhe von <i>Urtica dioica</i> cm	Wenn es durch Untersuchungen gelänge, auch für Himbeere, Weidenröschen und andere Arten, die jeden- falls geringeren Nitratbedarf haben, eine ähnliche Stufen- folge zu finden, so würden wir dadurch vielleicht einen brauchbaren Anhalt für den Nitratgehalt unserer Wald- böden gewinnen können. Wahrscheinlich gehören nach eigenen Beobachtungen in den Eberswalder Lehrforsten auch noch andere Pflanzen hierher, die sich oft streng an den Bereich der Akazienwurzeln mit ihren Bakterien- knöllchen halten, z. B. <i>Chelidonium majus</i> , <i>Geranium Ro- bertianum</i> u. a.
rd. 226	200	
108	225	
80	160	
50	100	
41	80	
1—37	Pflanze fehlt!	

Daß Reichtum des Bodens an einem der genannten Mineralstoffe nicht nur die Zusammensetzung der Flora, sondern auch den Habitus, das Wachstum und den Gesundheitszustand einzelner Arten bestimmen kann, scheint nach vielen Beobachtungen erwiesen. So wird der Buche auf Kalkboden ein besonders guter, schlanker Wuchs, eine glatte, silbergraue Rinde und eine größere Weißkernigkeit nachgesagt. Die Fichte ist auf solchen Böden zwar auch sehr raschwüchsig, wird aber umgekehrt gerade hier frühzeitig rotfaul. Allerdings scheint das nur im wärmeren Wuchsgebiet der Fall zu sein, wie z. B. im westdeutschen Muschelkalkgebiet, wo der Unterschied des Rotfäuleprozentes gegen die angrenzenden Buntsandsteinböden tatsächlich außerordentlich scharf hervortritt. Dagegen fand ich z. B. in den kühleren Hochlagen der südosteuropäischen Kalkgebirge (Bosnien) uralte Fichten und ganze Fichtenbestände, bei denen von einer frühzeitigen Rotfäule nichts zu bemerken war.

Reicher Nitratgehalt macht sich besonders in einem auffällig lebhaften und saftigen Grün der Blätter bemerkbar. Er steigert überhaupt die Ausbildung

¹ Engler, A.: Ber. d. schweiz. botan. Ges. 1901, S. 23.

² Paul: Ber. d. dtsh. botan. Ges. 1906, S. 148.

³ Hesselman, H.: Mitt. d. schwed. forstl. Versuchsanst. 1916 u. 1917, S. 297.

⁴ Carsten-Olsen: J. of Ecology 1921, S. 1.

der vegetativen Organe auf Kosten der fruktifizierenden, wie man das besonders aus landwirtschaftlichen Erfahrungen bei starker Stickstoffdüngung weiß.

Auch das Fehlen oder der Mangel an einzelnen Mineralstoffen im Boden kann sich in einzelnen Fällen schon in äußeren Erscheinungen ausdrücken. So hat Möller¹ derartige als „Karenzerscheinungen“ bezeichnete Unterschiede bei der Kiefer in gewissen eigentümlichen Verfärbungen der Nadeln beobachtet und experimentell festgestellt.

Ähnliches ist auch von landwirtschaftlichen Kulturgewächsen bekannt. Stickstoffmangel zeigte sich nicht nur in kümmerlichen, kurzen Nadeln, sondern auch in einer gelblichen Farbe. Magnesiummangel erzeugte eine leuchtend gelbe bis orangerote Verfärbung der Nadelspitzen, Phosphormangel eine bläulichviolette Farbe der ganzen Nadeln. Bei Kaliummangel trat ein allgemeines starkes Kümern ein (ohne das bei landwirtschaftlichen Gewächsen beobachtete Schwarzfleckigwerden).

Allerdings weist Möller selbst darauf hin, daß gleiche oder ähnliche Verfärbungen auch aus anderen Ursachen auftreten können. Zum Beispiel tritt eine der Phosphorkarenz ähnliche Violettverfärbung bei unseren jungen Kiefernpflanzen sehr häufig mit anbrechendem Winter auf, um gegen das Frühjahr hin von selbst wieder zu verschwinden (sog. Winterverfärbung). Auch die Gelbspitzigkeit findet sich öfter nur vorübergehend, besonders in einzelnen Jahren. Trotzdem kann in gewissen Fällen, z. B. in älteren Saat- und Pflanzschulen, die Beobachtung solcher Verfärbungen ein wichtiger Hinweis auf Mangel an einem Nährstoff sein, dem dann durch entsprechende Düngung abgeholfen werden kann.

Mineralstoffgehalt und Fruchtbarkeit der Böden. Wie schon eingangs erwähnt, hat man in früherer Zeit dem gesamten Mineralstoffgehalt unserer Waldböden eine fast ausschlaggebende Rolle für ihre Fruchtbarkeit, also für die Massen- und Zuwachsleistung der darauf wachsenden Bestände, zuerkennen wollen². Besonders sollte das für die norddeutschen Sandböden und das Wachstum der Kiefer auf ihnen zutreffen. In Lehm Böden sind ja die Mineralstoffe an sich schon immer in reichlicher bzw. überreichlicher Menge vorhanden, so daß kleinere Unterschiede darin von vornherein nicht so wichtig erscheinen.

Für die norddeutschen Diluvialsande galt lange Zeit eine durch Analysen von Schütze³ gefundene Stufenfolge für die verschiedenen Kieferntragsklassen:

Ertrags- klass	Kalk %	Magnesia %	Kali %	Phosphor- säure %	Humus ⁴ %
I	1,89	0,05	0,05	0,05	0,09
II	0,16	0,07	0,06	0,06	0,06
III	0,10	0,08	0,04	0,04	1,83
IV	0,03	0,05	0,02	0,03	1,52
V	0,05	0,04	0,02	0,02	1,43

Ramann schrieb dazu 1893: „Unverkennbar tritt der Zusammenhang zwischen Ertragsfähigkeit und Mineralstoffgehalt hervor.“

Spätere Untersuchungen haben aber ergeben, daß auch Sandböden mit ziemlich gleichem Mineralstoffgehalt doch sehr verschiedene Ertragsstufen (von I.—IV.) ergeben können⁵, und daß andererseits Böden mit recht geringem Nährstoffgehalt, der nach den Schützeschen Zahlen nur ganz

¹ Möller, A.: Karenzerscheinungen bei der Kiefer. Z. f. Forst- u. Jagdwes. 1904, S. 745 ff.

² Vgl. dazu noch Ramanns Stellungnahme in seiner Forstlichen Bodenkunde, 1. Aufl., S. 348. 1893.

³ Schütze: Beziehung zwischen chemischer Zusammensetzung und Ertragsfähigkeit des Waldbodens. Z. f. Forst- u. Jagdwes. 1869, S. 500; 1871, S. 367.

⁴ Der besseren Übersichtlichkeit wegen sind die 4stelligen Zahlen hier nur mit 2 Dezimalen und entsprechend abgerundet gegeben.

⁵ Vogel v. Falkenstein: Internat. Mitt. f. Bodenkunde Bd. 1, H. 6, S. 22, 1912.

schlechte Ertragsleistungen erwarten lassen sollte, bei günstigem Wasserfaktor (Grundwasser in 1—1,5 m) ein Wachstum der Kiefer aufweisen, das der I. bis II. Bonität entsprach¹. Umgekehrt zeigte sich, daß Sandböden mit relativ hohem Mineralstoffgehalt, die nach dem Ergebnis der chemischen Bodenanalyse etwa II. Bonität entsprechen, wegen ungenügender Wasserversorgung (grobe, sehr durchlässige Sande) bis auf V. Bonität, ja bis zum fast vegetationslosen Zustand herabsinken konnten (sog. Sibirienböden in der Niederlausitz²). Alle diese Ergebnisse schränken die frühere Überschätzung des Mineralstofffaktors dahin ein, daß er niemals alleinbestimmend für die Ertragsleistung ist, sondern daß in vielen Fällen andere Umstände, wie z. B. besonders der Wasserfaktor neben und über ihn treten können, so daß seine Wirkung ganz verschoben und verdeckt wird. Es wäre aber ebenso unrichtig und übertrieben, dem Mineralstoffgehalt im allgemeinen gar keine oder eine nur ganz nebensächliche Rolle zuerkennen zu wollen, wozu man vielfach in der Neuzeit wieder zu neigen scheint. Er behält bei sonst günstigen oder auch nur genügenden anderen Wuchsbedingungen seine volle Bedeutung, die ihm Ramann auch noch in der neuesten Auflage seiner Bodenkunde durchaus zuerkennt.

Er sagt dort: „Die Beziehungen zwischen Ertrag und Mineralstoffgehalt treten unverkennbar hervor; namentlich gilt dies für Kalk und Phosphorsäure. Verfasser kann hinzufügen, daß alle Veränderungen in den Sandböden durch Analyse verfolgt werden können und die Abhängigkeit des Ertrages vom Mineralstoffgehalt in zahlreichen anderen Fällen gleichfalls festgestellt ist. Wenn auch andere Bedingungen in Sandböden vielfach einwirken, so ist doch deren Bodenanalyse ein ausgezeichnetes Hilfsmittel, um praktische und wissenschaftliche Fragen zu verfolgen.“

„Erheblich ungünstiger stellen sich die Verhältnisse für die schwereren Bodenarten; aber immerhin haben zahlreiche Arbeiten den Beweis geliefert, daß die Bodenanalyse Grenzwerte feststellen kann, innerhalb deren sich Beziehungen zwischen der Fruchtbarkeit der Böden und dem Mineralstoffgehalt ergeben. Es würde auffällig sein, wenn dies nicht hervorträte; andererseits kann es aber auch nicht befremden, daß andere Faktoren, namentlich die Lagerungsweise der Böden, vielfach größeren Einfluß gewinnen als ein etwas Mehr oder Weniger an Nährstoffen.“

Zweifellos ist aber der Mineralstoffgehalt für die Forstwirtschaft nicht im entferntesten so wichtig wie für die Landwirtschaft. Erstens einmal entziehen unsere Waldbäume dem Boden viel weniger Mineralstoffe, dann folgen sich auch unsere Ernten viel seltener.

Mineralstoffgehalt der Bäume und Ansprüche an den Boden. Verhältnismäßig reich an Mineralstoffen sind die Blätter und die feinen Zweige unserer Waldbäume. Auch die Rinde ist etwas aschenreicher, das Holz aber weist den geringsten Mineralstoffgehalt auf. Zahlreiche Analysen darüber liegen vor³, die, ohne im einzelnen immer übereinzustimmen, doch diese Verhältnisse im allgemeinen sicherstellen. So sind in 1000 Gewichtsteilen Trockensubstanz an gesamten Mineralstoffen (Reinasche) enthalten⁴:

¹ Schoenberg, W.: Über den Zusammenhang zwischen Ertragsleistung und Bodenbeschaffenheit bei der Kiefer. Z. f. Forst- u. Jagdwes. 1910, S. 649ff.

² Albert: Die ausschlaggebende Bedeutung des Wasserhaushalts für die Ertragsleistung unserer diluvialen Sande. Z. f. Forst- u. Jagdwes. 1924, S. 193ff. — Der waldbauliche Wert der Dünensande sowie der Sandböden im allgemeinen. Ebenda 1925, S. 129ff.

³ Ebermayer: Physiologische Chemie der Pflanzen. 1882. — Hartig u. Weber: Das Holz der Rotbuche. 1888. — Schröder: Forstchemische und pflanzenphysiologische Untersuchungen. 1878. — Wolff: Aschenanalysen. Berlin 1871 u. 1880. — Ferner Einzelarbeiten von Ramann u. Counciler in Z. f. Forst- u. Jagdwes. Bd. 13, 14, 18 u. 19.

⁴ In abgerundeten Zahlen nach Wolfs Aschenanalysen.

	Blätter	Junge 1-4 j. Pflanzen	Reisholz	Stammholz von alten Stämmen
	‰	‰	‰	‰
Buche . . .	50—70	27	14—18	3—4
Eiche . . .	40—50	—	17—18	2—3
Birke . . .	—	—	7	3
Kiefer . . .	19	26	12	3
Lärche . . .	36	—	—	2
Fichte . . .	26	27	—	2
Tanne . . .	33—37	—	—	2—3

Dagegen bei landwirtschaftlichen Gewächsen:

Wiesenheu	70 ⁰ / ₀₀	Weizen im Schossen . . .	97 ⁰ / ₀₀
Kartoffelkraut	86 ⁰ / ₀₀	Brennnessel	135 ⁰ / ₀₀

Die Zahlen zeigen den geringeren Aschengehalt der Waldbäume gegenüber den landwirtschaftlichen Kulturgewächsen und den verschwindend kleinen Anteil des Stammholzes gegenüber dem schwächeren Reisig und jungen Pflanzen. Bei der regelmäßigen Ernte solcher Jungpflanzen in Saat- und Schulkämpen muß sich daher auch leichter eine Erschöpfung des Bodens bemerkbar machen, und eine derartige Benutzung erfordert hier öfter schon künstliche Düngung. Am stärksten ist der Aschenanteil der Blätter, der aber doch immer noch hinter dem der landwirtschaftlichen Kulturgewächse zurückbleibt. Die Nadeln sind dabei aschenärmer wie die Laubblätter. Am reichsten fand Ramann die Blätter bei einer 30jährigen Esche, die allein $\frac{49}{50}$ der im ganzen Stamm abgelagerten Mineralstoffe enthielten, die Nadeln einer 30jährigen Kiefer auch immerhin noch zwei Drittel.

Ebermayer hat die Holzarten nach dem Ergebnis der Aschenanalysen in eine Reihenfolge geordnet, die den Bedarf bzw. die Ansprüche, die sie an den Boden machen, angeben soll. Er setzte dabei den Anspruch gleich dem tatsächlichen Entzug. Ramann hat schon darauf hingewiesen, daß dies nicht richtig ist, indem die Pflanzen oft mehr aufnehmen als sie bedürfen und die Größe der Aufnahme sicher auch vom Wasservorrat, dem Reichtum an gelösten Mineralstoffen u. a. Verhältnissen abhängt. Trotzdem stimmt die von Ebermayer gefundene Reihenfolge leidlich mit der überein, die sich die forstliche Praxis aus der Erfahrung gebildet hat.

Ordnet man die Holzarten nämlich nach dieser letzteren, wobei allerdings zu betonen ist, daß die Ansichten darüber nicht ganz einheitlich sind, und vergleicht man sie mit der Ebermayerschen Reihe, so ergibt sich folgendes Bild:

Reihenfolge nach Ansprüchen (nach Anschauung in der Praxis)	Reihenfolge nach dem Entzug an					
	Kali	Phosphor	Kalk	Gesamtentzug		
Anspruchsvolle Holzarten	1. Esche . . .	2.	1.	6.!	6.!	Stelle
	2. Ahorn . . .	1.	4.	5.	3.	„
	3. Ulme . . .	4.	5.	1.	1.	„
	4. Eiche . . .	7.	8.	4.	4.	„
Holzarten mit mittleren Ansprüchen	5. Buche . . .	6.	6.	7.	7.	„
	6. Hainbuche .	8.	2.	3.	5.	„
	7. Tanne . . .	5.	7.	11.	9.	„
	8. Lärche . . .	9.	9.	9.	10.	„
Anspruchslose oder genügsame Holzarten	9. Fichte . . .	10.	10.	8.	8.	„
	10. Aspe . . .	3.!	3.!	2.!	2.!	„
	11. Birke . . .	11.	11.	12.	12.	„
	12. Kiefer . . .	12.	12.	10.	11.	„

Gar nicht recht stimmen will die Stellung der Esche, die zwar nach Kali- und Phosphorentzug oben ansteht, aber durch ihren geringen Kalkentzug (?)

ziemlich tief in der letzten Spalte heruntergedrückt wird. Umgekehrt steht die als genügsam bekannte Aspe in allen vier Spalten für den Entzug ziemlich obenan. Ähnliches ist übrigens auch von der Akazie bekannt. Vielleicht wird hierbei die verschiedene Größe und Intensität des Wurzelsystems eine Rolle spielen. Im ganzen stimmt aber die Reihenfolge der Anspruchseinschätzung mit der des tatsächlichen Entzuges ganz leidlich überein. Die Analysenergebnisse zeigen aber auch, daß der Entzug an den verschiedenen Mineralstoffen bei den einzelnen Arten recht verschieden ist. So steht z. B. die Esche beim Phosphor an erster, beim Kalk erst an sechster Stelle, die Ulme dagegen beim Kalk an erster und beim Phosphor an fünfter u. a. m.! Dies läßt annehmen, daß Arten in geeigneter Mischung sich weniger Konkurrenz machen und den Boden besser ausnützen können als Reinbestände der gleichen Art.

Humusgehalt des Bodens. Neben den Mineralstoffen spielt aber im Walde auch der Humus bei der Ernährung der Pflanze eine bedeutende Rolle. Sind doch gerade im Walde die pflanzlichen Abfälle, die hier erzeugt und in Humus übergeführt werden, besonders groß. Der Humus beeinflußt zunächst durch die bei seiner Verwesung auftretende Kohlensäure das Löslichwerden der Karbonate, Phosphate und Silikate im Mineralboden. Außerdem werden aber auch die im Humus selbst reichlich enthaltenen Mineralstoffe frei. So wirkt der Humus nach beiden Beziehungen zunächst mineralstoffanreichernd. Außerdem geht die Mineralstoffumsetzung infolge seines raschen Abbaus viel schneller als die besonders im kühlhumiden Klima unendlich langsam fortschreitende Verwitterung. Leider wird diese günstige Wirkung im humiden Gebiet durch die dort bestehende ständige Auswaschung z. T. wieder aufgehoben oder doch eingeschränkt.

Diese Auswaschung, die sich dann schon äußerlich in der bleichen Farbe der oberen Bodenschichten gegenüber den tieferen unverwitterten Schichten zeigt, hängt aber in hohem Maße von der Art der Humusbildung und dem Gang seiner Zersetzung ab (vgl. darüber weiter unten).

In der Hauptsache bildet der Humus bei seiner Zersetzung aber die Quelle des Stickstoffes im Boden durch Bildung von Nitraten (salpetersauren Salzen oder im Walde wohl häufiger von Ammonverbindungen). Wenn auch in einzelnen Fällen eine Bindung des Stickstoffes der Luft durch gewisse Bodenbakterien in Betracht kommen mag, so scheint doch die Hauptquelle der Stickstoffversorgung der Humus zu sein. Mit wenigen bisher bekannten Ausnahmen, wo einzelne höhere Pflanzen in Symbiose mit Bakterien den freien Stickstoff der Luft zu assimilieren vermögen, scheinen alle übrigen, auch die meisten unserer Waldbäume, auf die Aufnahme des Stickstoffes aus gelösten Nitraten oder Ammoniakverbindungen im Boden angewiesen zu sein. Nur die Akazie und die beiden Erlenarten mit ihren bakterienhaltigen Wurzelknöllchen machen auch unter den Waldbäumen hier sicher eine Ausnahme.

Die Mykorrhizafrage. Ob die in den Wurzeln vieler Waldpflanzen, auch der meisten Waldbäume, regelmäßig auftretenden symbiontischen Fadenpilze, die sog. Mykorrhizapilze, irgendeine Rolle bei der Stickstoffernährung spielen, wie manche vermuten, war bislang noch völlig umstritten und unsicher.

Die Bedeutung, die diese eigenartige Verbindung von Pilzen mit den Wurzeln unserer Waldbäume besitzt, hat in der bisherigen Literatur die widersprechendste Beurteilung gefunden. Erst die bahnbrechenden Untersuchungen des Schweden Elias Melin¹, dem es zum ersten Male gelungen ist, die Mykorrhiza aus rein gezüchteten Pilzkulturen und vorher pilzfrei erzogenen Kiefernwurzeln künstlich

¹ Eine vorläufige Zusammenfassung findet sich in⁴ E. Melin: Untersuchungen über die Bedeutung der Baummykorrhiza. Eine ökologisch-physiologische Studie. Jena 1925.

herzustellen und Kiefern- und Fichtenpflänzchen mit derartigen künstlich gebildeten Mykorrhizen bis zu 3jährigem Alter in abgeschlossenen Glaskolben auf verschiedenen Nährlösungen zu ziehen, dürften eine Klärung der ganzen Frage ermöglichen. Melin fand bei der Mykorrhiza ganz verschiedene und verschieden wirkende Formen, je nach den einzelnen Pilzarten. Neben sog. echten Mykorrhizen mit mehreren unterschiedlichen Typen treten auch sog. Pseudomykorrhizen auf. Bei einigen Formen fand Melin eine deutliche gegenseitige Förderung im Wachstum (echte Symbiose), bei anderen traten aber auch gewisse Schädigungen auf (Parasitismus), so daß hier weitgehend verschiedene Wirkungen des Zusammenlebens vorliegen, die erst noch durch weitere Forschungen aufzuklären sein werden. Nach den bisherigen Ergebnissen scheint die Hauptbedeutung der Mykorrhiza auf gewissen, sonst ungünstigen Rohhumusböden in der Verarbeitung der für die unverpilzte Wurzel unaufnehmbaren Stickstoffverbindungen zu Ammoniak zu bestehen, aus dem dann ihre Wirtspflanzen leicht ihren Stickstoffbedarf decken können. Die Rückwirkung der Melinschen Untersuchungen auf die waldbauliche Praxis in unseren Rohhumusnadelwäldern wird nach weiterer Klärung der hier noch schwebenden Fragen zweifellos von weittragender Bedeutung werden. Ein Teil der mykorrhizabildenden Pilze gehört zu weitverbreiteten Hutpilzen unseres Waldes, z. B. den Boletusarten. Ihre Gebundenheit an den Wald, z. T. sogar an bestimmte Baumarten, rückt danach in ein ganz neues Licht.

Humus und Bodenfeuchtigkeit. Durch die Beimengung von Humus im Boden findet aber jedenfalls auch eine sehr weitgehende Beeinflussung der physikalischen Bodenverhältnisse statt. Vor allem wird durch die wasserhaltende Kraft der feinen Humusteilchen die Bodenfeuchtigkeit in starkem Maße erhöht. So fand ich bei einer Dürreprobe, bei der junge Kiefernkeimlinge nach erfolgtem Auflaufen in einem Gewächshaus vom 26. Mai ab ganz trocken gehalten wurden, ein viel langsames Absterben der jungen Pflänzchen im humosen gegenüber humuslosem Sand. Im letzteren waren alle Keimlinge schon am 27. Juni abgestorben, während im humosen Sand noch 40—50% frisch geblieben waren, und die letzten davon erst zwischen 11.—22. August verdorrten¹.

Wir sehen also, daß die Wirkungen des Humus, auch soweit er dem Boden beigemischt ist und ihm nicht nur aufliegt, schon recht verschiedenartig sind. Ein reicher Humusgehalt hat schon immer als Grund besonderer Fruchtbarkeit des Bodens gegolten. Thaer sah in ihm ja sogar die Grundlage aller Pflanzenernährung überhaupt, was freilich zu weitgehend war. Die ungünstige Einwirkung durch Erhöhung der Auswaschung ist nicht zu übersehen. Sie wird von anderer Seite, z. B. von Süchting², sogar meist über die Vorteile gestellt, was im allgemeinen auch wieder zu weit gehen dürfte. Auch die Landwirtschaft erkennt immer mehr die Notwendigkeit einer Beigabe von organischen Abfallstoffen (Stallmist) neben der Düngung mit Mineralstoffen.

Düngewirkung des Humus. Da Humus im Walde mehr oder minder überall vorhanden ist, so ist die Frage seiner Düngewirkung, besonders auf den ärmeren Sandböden, für die Bodenbearbeitung von größter Wichtigkeit. Wir verdanken hier einer Reihe von Versuchen von Möller³ die Feststellung, daß sich

¹ Dengler: Über die Wirkung der Bedeckungstiefe auf das Auflaufen und die erste Entwicklung des Kiefernensamens. Z. f. Forst- u. Jagdwes. 1925, S. 398.

² Süchting: Die Bekämpfung des Humus der Waldböden. Z. f. Forst- u. Jagdwes. 1929, S. 349.

³ Möller, A.: Über die Wurzelentwicklung 1- und 2jähriger Kiefern in märkischem Sandboden. Z. f. Forst- u. Jagdwes. 1902, S. 197; 1903, S. 257ff. — Ferner: Die Nutzbarmachung des Rohhumus bei Kiefernkulturen. Ebenda 1908, S. 273. — Möller u. Hausendorf: Humusstudien. Ebenda 1921, S. 789ff.

der Humus, auch wenn er schlecht zersetzt dem Boden aufliegt (Auflagehumus), als äußerst wirksamer Dünger erweist, wenn er gründlich zerkleinert und mit dem humuslosen Sand gemischt wird. Nur Rotbuche und Hainbuche machten eine Ausnahme, indem eine fördernde Wirkung bei ihnen ausblieb oder sogar eine gewisse Empfindlichkeit gegen die Beigabe von solchem unzersetzten Humus (Rohhumus) festgestellt wurde.

Die Möllerschen Versuche wurden teils in Versuchstöpfen, teils in Versuchsbeeten, die durch Blechwände gegen jede Seiteneinwirkung abgeschlossen waren, in möglichst exakter Weise durchgeführt. Ihre wissenschaftlichen Ergebnisse sind zweifellos unanfechtbar und bahnbrechend für unsere Erkenntnis von der Bedeutung der Humusdüngung auf Sandböden geworden. Möller hat die Hauptwirkung in der besseren Stickstoffernährung gesucht, und hierfür spricht auch vieles in seinen Untersuchungsergebnissen, trotzdem dies von anderer Seite noch bezweifelt wird¹.

Die Unterschiede in der Entwicklung auf rohhumusgedüngtem und auf humuslosem Untergrundsand waren z. T. ganz außerordentlich groß, und was besonders bedeutungsvoll ist, auch nachhaltig.

So betrug die Entwicklung von zwei Versuchskiefern, die im Jahre 1903 gepflanzt waren:

	1903 m	1904 m	1905 m	1906 m	1916 m	1919 (16jähr.) m
auf humuslosem Sand	0,31	0,38	0,45	0,50	1,0	1,3
auf humusgedüngtem Sand . . .	0,33	0,59	0,85	1,25	5,7	7,0

Von mehreren im Jahre 1906 in Versuchsbeeten ausgepflanzten Nadelhölzern hatten die höchsten im Jahre 1919, also 13jährig, eine Höhe:

	Lärche m	Fichte m	Kiefer m	Tanne m
auf Sand	0,6	0,7	2,4	0,17
auf Sand + Humus	7,0	4,5	3,7	0,82

Eine Aufnahme eines dieser Versuche im Jahre 1909 zeigt die nachstehende Abbildung 73.

Für die Übertragung dieser Ergebnisse in die waldbauliche Praxis muß aber berücksichtigt werden, daß in den Versuchen doch sehr extreme Verhältnisse geschaffen waren. Ein so humusloser Sand aus dem Untergrund, wie ihn Möller verwendete, ist auch bei geringeren Böden selbst bei Abschälung der Humusdecke mit dem Waldpflug, dessen Anwendung Möller deswegen verwerfen wollte, wohl niemals vorhanden. Das zeigt schon die abnorm niedrige Höhe der 16jährigen Kiefer mit 1,3 m Höhe! Selbst auf den geringsten Böden (V. Bonität) beträgt sie in diesem Alter beim Durchschnittsstämmchen noch immer 1,5—2,0 m.

Andererseits ist eine derartig starke Düngung, wie sie Möller gab, indem er eine 20 cm hohe Rohhumusschicht (!) mit einer 40 cm hohen Mineralbodenschicht auf 60 cm Gesamttiefe gleichmäßig durchmischte, in der Praxis nicht nur wegen der Kosten undurchführbar, die das verursachen müßte, sondern einfach schon deswegen nicht, weil wir solche dicken Humusdecken im Walde für gewöhnlich gar nicht haben.

Die Unterschiede müssen daher unter den praktisch in Betracht kommenden Verhältnissen viel geringer ausfallen. Die amtlicherseits angeordneten Versuche auf Vergleichskulturen in vielen preußischen Staatsforsten haben denn auch nicht annähernd solche Überlegenheit gezeigt. Ja, wie Möller² selbst berichtet, standen „den günstigen Beurteilungen

¹ Vgl. Lang: Forstliche Bodenkunde. In Lorey u. Weber: Handbuch Bd. 1, S. 421.

² Z. f. Forst- u. Jagdwes. 1908, S. 273.

der Zahl nach überwiegend absprechende gegenüber“. Es zeigten sich nämlich oft auf den Freikulturen mißliche Nebenumstände: „gesteigerte Dürre und Unkrautgefahr, schlechteres Auflaufen der Saat auf einem oberflächlich mit Humus gemischten Boden und eine Verteuerung der Bodenarbeit, welche mit dem zu erzielenden Erfolge vielerorten nicht in Einklang stehen soll“. Bei diesen Mißerfolgen spielte z. T. wohl auch die unvollkommene, aber eben auch sehr schwierig und kostspielig durchzuführende Zerkleinerung und gründliche Unterbringung der Rohhumusteile eine ausschlaggebende Rolle.

In neuerer Zeit hat Hesselman¹ in ähnlicher Weise wie Möller Düngungsversuche mit Auflagehumus von schwedischen Waldböden angestellt und hierbei nachgewiesen, daß die einzelnen Rohhumussorten sich hierbei sehr verschieden verhielten.

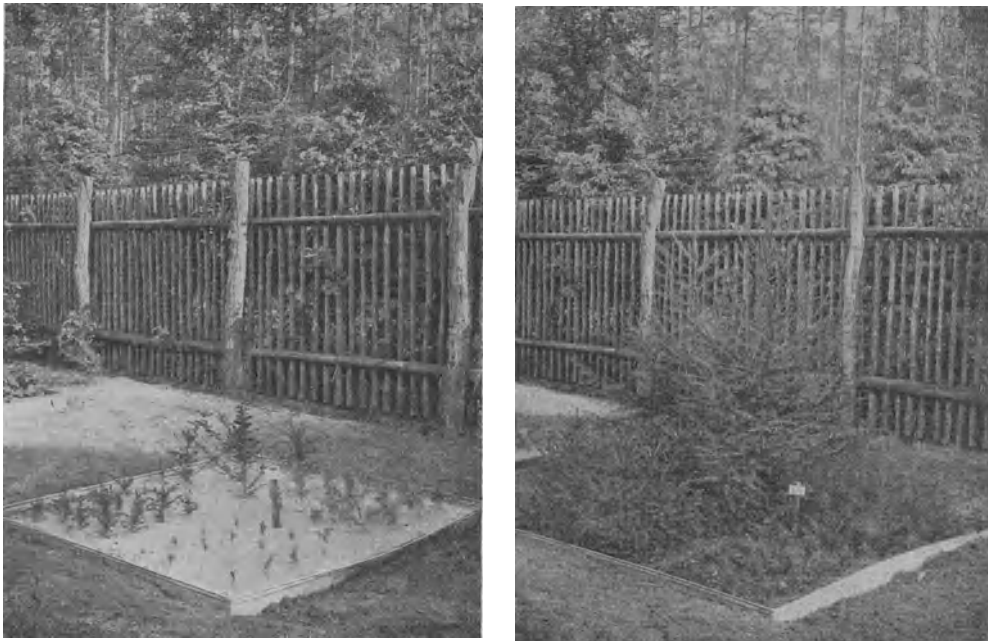


Abb. 73. Wachstum von Kiefer, Fichte, Tanne und Lärche in humuslosem Untergrundsand (links) und zu $\frac{1}{3}$ mit Rohhumus gemischtem Sand (rechts). Aufnahme nach 3jährigem Stand in den Versuchskästen. Nach Möller. In den Kästen jedesmal links: Fichten 4jährig, vorn: Tannen 4jährig, rechts: Kiefern 3jährig, hinten Lärchen 6jährig. Phot. A. Möller.

Während der Rohhumus von gewissen schlechten Waldtypen nur kleine und nicht geförderte Pflanzen lieferte, zeigten besonders zwei Sorten, eine aus einem Fichten- \times Birkenmischbestand, die andere von einer Fichtenkahlschlagfläche mit mehrjähriger Freilage (!) eine ganz bedeutende Wuchssteigerung. Der Erfolg ging im allgemeinen gleich mit der geringeren und stärkeren Nitrat- bzw. Ammoniakbildung dieser verschiedenen Rohhumussorten. Die jungen Kiefernpflanzen zeigten auch je nach der Güte des verwendeten Rohhumus eine ganz verschiedene Mykorrhizenbildung.

Es dürfte danach naheliegen, daß auch bei unseren Rohhumusformen derartige Unterschiede vorkommen. Das Problem ist danach in ein ganz neues Licht gerückt und macht

¹ Hesselman: Die Bedeutung der Stickstoffmobilisierung in der Rohhumusdecke für die erste Entwicklung der Kiefern- und Fichtenpflanze. — Melin: Die Ausbildung der Kiefern- pflanze in verschiedenen Rohhumusformen. Mitt. d. schwed. forstl. Versuchsanst. 1927, H. 23.

Untersuchungen nach dieser Richtung hin ebenso nötig wie auch neue Versuche mit Rohhumusmengen, wie sie unter natürlichen Verhältnissen bei uns auftreten, und wie sie allein in wirtschaftlicher Ausföhrung bei unseren Kulturen in Betracht kommen. Die verschiedenen und z. T. widersprechenden Ergebnisse in der Praxis werden sich dann wohl aufklären und uns wertvolle Aufschlüsse über diejenigen Fälle geben, in denen die Rohhumusdüngung wirklich von praktischem Wert sein wird.

Die düngende Wirkung eines gut zersetzten Humus dürfte aber in jedem Fall schon feststehen.

Azidität des Bodens. In neuester Zeit hat man unter den chemischen Bodenwirkungen in Verfolg landwirtschaftlicher Erfahrungen auch im Walde der Säurebildung (Azidität) des Bodens eine besondere Aufmerksamkeit geschenkt. Die dabei aufgegriffenen Fragen können hier nur kurz berührt werden, um so mehr, als sie noch sehr wenig geklärt sind und ihre unmittelbare Wichtigkeit für das Gedeihen unserer Waldbäume nach manchen Beobachtungen sehr viel geringer als in der Landwirtschaft sein dürfte.

Zunächst sei eine kurze Übersicht über den Begriff der Azidität im Anschluß an die Darstellung in Langs Forstlicher Standortlehre¹ gegeben. Danach spricht man von aktueller oder aktiver Azidität, wenn das Bodenwasser freie Säuren oder saure Salze enthält. Gegenüber der aktuellen unterscheidet man als Fälle einer latenten Azidität die hydrolytische und die Austauschazidität. Hydrolytische Azidität ist diejenige Form, bei der aus Salzen mit starken Basen und schwachen Säuren, die im Wasser hydrolytisch gespalten sind, die Base durch den Boden adsorbiert und ein entsprechender Teil von Wasserstoffionen (Säurewirkung) frei wird.

Eine dritte mit dieser nahe verwandte Form ist die sog. Austauschazidität. Sie entsteht durch Wechselwirkung zwischen Boden und Neutralsalzen, bei der Eisen und Aluminiumionen ausgetauscht werden, deren Salze durch hydrolytische Spaltung dann freie Wasserstoffionen in Lösung gehen lassen.

Den verschiedenen großen Widerstand, den der Boden einer Reaktionsänderung (sauer oder alkalisch) entgegensetzt, bezeichnet man als Pufferungsvermögen. Gut gepuffert sind im allgemeinen die Ton- und Humusböden, schlecht gepuffert dagegen die sandigen.

Die Säuregrade werden gewöhnlich als Wasserstoffionenkonzentration in einem vereinfachten Ausdruck, dem sog. p_H -Wert, angegeben, wobei $p_H = 7$ neutral bedeutet. Werte über 7 zeigen alkalische, unter 7 saure Reaktion an, wobei Werte unter 5 schon einem ausgesprochen sauren, solche unter 4 einem sehr stark sauren Grad entsprechen.

Wichtig ist zunächst die Feststellung, daß im Waldboden die Oberschichten fast immer mehr oder weniger sauer sind, daß aber nach der Tiefe zu oft eine sehr gleichmäßige und rasche Abnahme erfolgt², so daß auch eine hohe Azidität im Oberboden meist schon in 30—50 cm Tiefe sehr gering wird, oder der Boden dort gar schon neutrale Reaktion aufweist³. Hiernach müssen die Wurzeln der Waldbäume dann in Schichten von ganz verschiedenen Säuregraden wachsen und arbeiten. Da man vorläufig keinerlei damit in Zusammenhang stehende Unterschiede im Wurzelwachstum beobachtet hat, und auch bei recht hohen Säuregraden in der Oberkrume noch ein durchaus normales Wachstum, zum mindesten bei den Nadelhölzern Fichte und Kiefer, festgestellt worden ist, so scheint eine fühlbare Beeinträchtigung der Wurzeln, wenigstens bei älteren Pflanzen, nicht stattzufinden⁴.

¹ Lang in Lorey u. Weber: Handbuch der Forstwissenschaft Bd. 1, S. 383. 1926.

² Krauss: Zur Aziditätsbestimmung in Waldböden. Forstwiss. Zbl. 1924, S. 85 u. 137 ff. — Auch Nemeš u. Kvapil: Biochemische Studien über die Azidität der Waldböden. Z. f. Forst- u. Jagdwes. 1924, S. 323 ff.

³ So wenigstens meist auf den diluvialen Sandböden. Alte Gebirgsböden zeigen oft auch in größerer Tiefe noch starke Versäuerung.

⁴ Nemeš u. Kvapil: a. a. O. und auch Z. f. Forst- u. Jagdwes. 1925, S. 193 ff. — Schneider: Erfahrungen in der Ödlandsaufforstung. Ebenda 1924, S. 169 ff. — Wiedemann: Untersuchungen über den Säuregrad des Waldbodens im sächsischen oberen Erzgebirge. Ebenda 1928, S. 659.

An jungen Keimpflanzen haben dagegen Versuche von Schmidt schon deutliche Unterschiede ergeben¹ (vgl. Abb. 74). Kiefern- wie Fichtenkeimlinge zeigen eine starke Schädigung bei alkalischer Reaktion der Nährlösung, ebenso aber auch bei stark saurer. Unter Laubholzbeständen wurden auf zahlreichen Standorten in Böhmen von Nemeč und Kvapil in der Oberschicht meist sehr viel geringere Säuregrade als unter Fichten gefunden, unter Esche in einem Fall sogar eine alkalische Reaktion von 7,25—7,3 p_H . Ebenso wiesen Nadel- und Laubholzmischbestände geringere Säuregrade wie reine Nadelholz- und besonders reine Fichtenbestände auf. Untersuchungen über Zusammenhang mit der Ertragsleistung haben aber nicht stattgefunden.

Jedenfalls ist nach der Ansicht unserer Bodenkundler, wie Albert, Lang u. a., für unsere Waldbestände, vor allem die älteren, die unmittelbare Bedeutung der Azidität offenbar nicht sehr erheblich, während die landwirtschaftlichen Kulturgewächse vielfach große Empfindlichkeit zeigen.

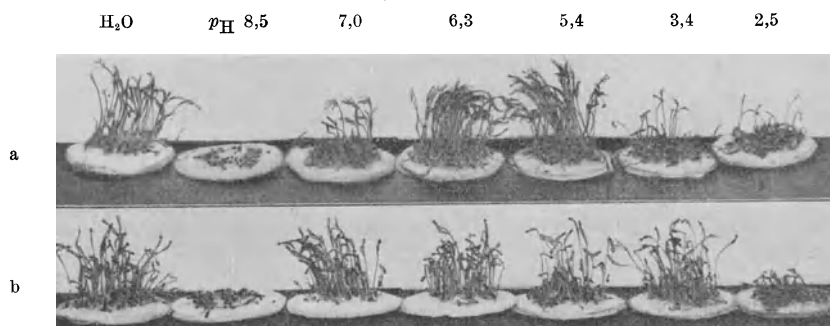


Abb. 74. Reaktionsempfindlichkeit von a) Fichten- und b) Kiefernkeimlingen bei verschiedenen Säuregraden Nach W. Schmidt. Links Wasserkontrolle, daneben der Verlauf bei alkalischer Reaktion ($p_H = 8,5$) über neutral (etwa bei 6,3) bis zu stark saurer 2,5.

Viel bedeutsamer dürfte die Säurewirkung im Walde für das Auftreten der Bodenflora und Bodenfauna sein. Hier haben eine Reihe von neueren Arbeiten² deutliche Zusammenhänge gezeigt.

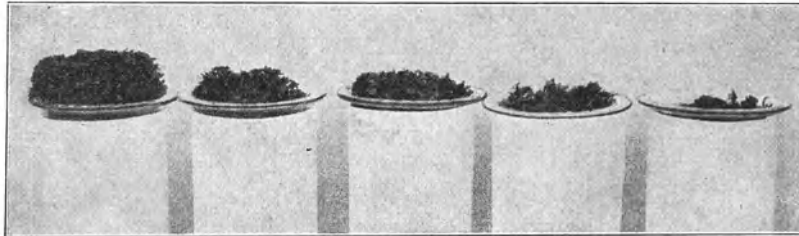
Im Topfversuch konnte Olsén das verschiedene Verhalten einzelner Arten der Bodenflora sehr schön nachweisen. Die Abb. 75 zeigt das üppigste Wachstum bei dem säureliebenden Sphagnummoos ganz links bei dem hohen Säuregrad von $p_H = 3,5$, bei der säurefliehenden *Sanguisorba minor* dagegen rechts bei schon alkalischer Reaktion von 7,6, bei *Senecio silvaticus* aber bei dem mittleren Säuregrad von 5,2—5,4.

Untersuchungen von Hartmann zeigten für das Auftreten der hauptsächlichsten Vertreter der nordostdeutschen Kiefern- und Buchenflora ebenfalls ein sehr abweichendes Verhalten je nach dem Säuregrad des Oberbodens. (Vgl. Abb. 76). Einzelne häufige Begleiter des Kiefernbestandes, wie besonders *Hymnum Schreberi* und *purum* haben eine große Breite des Vorkommens von stark sauren bis zu alkalischen Böden. Bei der Waldschmiele (*Aira flexuosa*) zeigt sich schon ein Fehlen auf schwach sauren bis alkalischen, aber auch auf den stark sauren Böden. Preiselbeere und Heidelbeere haben engere und fast ganz im sauren bis stark saurem Reaktionsgebiet liegende Verbreitung.

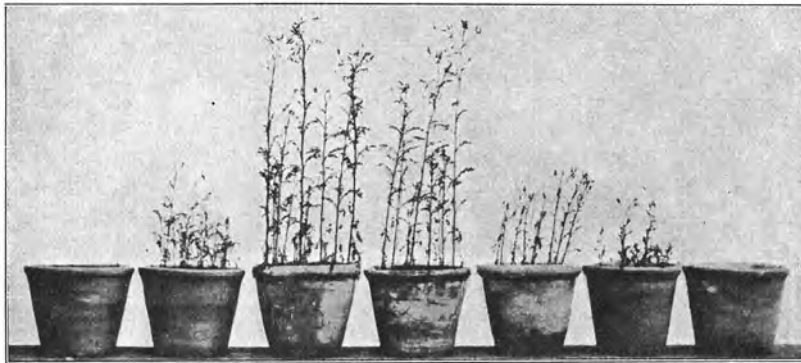
¹ Schmidt: Reaktionsempfindlichkeit von Keimlingen. Forstarchiv 1927, S. 82.

² Olsén, C.: Studies on the hydrogen ion concentration of the soil and its significance to the vegetation, especially to the natural distribution of plants. Compt. rend. d. trav. du Laborat. Carlsberg 15, Nr. 1, 1923, Kopenhagen. — Hartmann, F. K.: Untersuchungen zur Azidität märkischer Kiefern- und Buchenstandorte unter Berücksichtigung typischer Standortsgewächse als Weiser. Z. f. Forst- u. Jagdwes. 1925, S. 321 ff.

Erdbeere, Sauerklee, *Dactylis glomerata* und vor allem *Geranium Robertianum* (Akazienflora) kommen dagegen nur mehr auf mittel-schwach sauren Böden vor und gehen bis ans alkalische Gebiet heran. Die Ergebnisse bestätigen in bester Weise unsere auf Grund allgemeiner Beobachtungen im Walde gewonnenen Anschauungen über die bodenanzeigende Bedeutung dieser Standorts-



p_H 3,5 4,5 5,5 6,5 7,5
Wachstum von *Sphagnum rubellum* in Wasserkultur bei verschiedenen p_H -Werten.



p_H 3,6 4,7 5,2 5,4 6,7 7,6 7,7
Wachstum von *Senecio silvaticus* in Böden mit verschiedenen p_H -Werten.



p_H 3,6 4,7 5,2 5,4 6,7 7,6 7,7
Wachstum von *Sanguisorba minor* in Böden mit verschiedenen p_H -Werten.

Abb. 75. Wachstum von 3 verschieden säureempfindlichen Pflanzen bei Kultur unter verschiedenen Säuregraden (links stark sauer, rechts alkalisch). Nach Olesen¹.

gewächse. Sie werden bei Ergänzung durch weitere Untersuchungen ermöglichen, den Säuregrad unserer obersten Waldbodenschichten schon nach der Zusammensetzung und dem mehr oder minder üppigen Entwicklungsgrad der Bodenflora annähernd einzuschätzen.

Eine noch viel höhere Bedeutung dürfte die Azidität für das Vorkommen und die Lebenstätigkeit der im Boden lebenden

¹ Aus: Mevius: Reaktion des Bodens und Pflanzenwachstums. Freising, Verlag Datterer.

Mikroflora und Mikrofauna besitzen. Dies haben schon die ersten hier vorliegenden Untersuchungen gezeigt. Die Wichtigkeit des ganzen Aziditätsproblems dürfte sich überhaupt mehr und mehr auf dieses Gebiet verschieben, woraus sich dann natürlich auch mittelbare Folgen für den Wald im ganzen ergeben können.

Physikalische Bodeneigenschaften. Die physikalischen Eigenschaften des Bodens werden hauptsächlich durch die Zusammensetzung des Bodens aus mehr oder minder groben bis feinsten Teilchen (Feinkorngehalt) und deren gegenseitige Lagerung (Krümelstruktur oder Einzelkornstruktur) bedingt. Daraus ergeben sich dann weiter die Wärme- und Wasserverhältnisse und die Durchlüftung des Bodens, und diese sind oft in weit höherem Grade ausschlaggebend für das Wachstum unserer Bestände als die chemischen Verhältnisse.

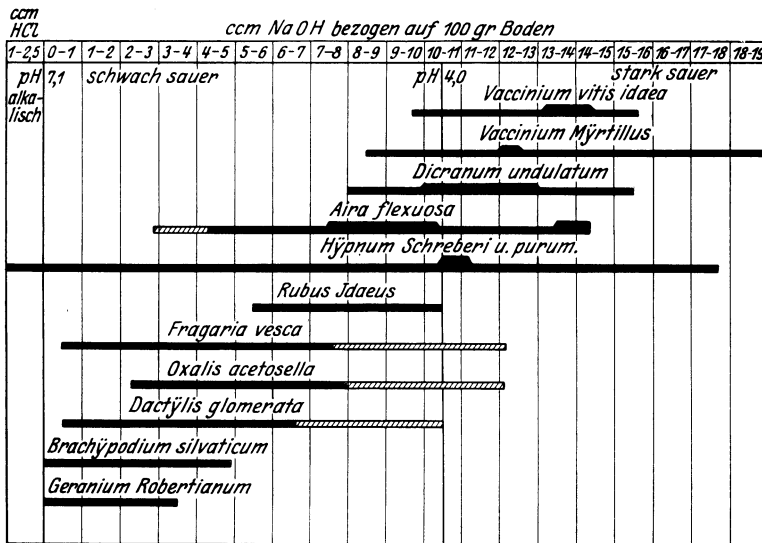


Abb. 76. Variationsbreite verschiedener Bodenpflanzen in Bezug auf ihr Vorkommen auf verschiedenen sauren Böden nach Hartmann. Links alkalisch, rechts stark sauer. Verdickung der Balken bedeutet häufigeres, Schraffierung selteneres Vorkommen nach dem Umfang der Aufnahmen.

Wärmeverhältnisse. Über die Bodentemperaturen ist das Nötige schon beim Wärmefaktor (S. 118) gesagt worden. Es erübrigt sich hier nur noch auf einige physikalische Grundlagen der Bodenwärme hinzuweisen. Wärmekapazität und Wärmeleitung hängen in hohem Grade von dem Wassergehalt des Bodens ab, so daß sie oft geradezu durch diesen bestimmt werden.

Der Einfluß des Wassers wirkt hier abkühlend, da es sich viel schwerer erwärmt als feste Bodenteile. Ebenso findet durch die an der Oberfläche stattfindende Verdunstung ein starker Wärmeverlust statt. Wenn Ton- und Moorböden im allgemeinen als kalte Böden gelten, so beruht das auf ihrer starken Verdunstung bei hohem Wassergehalt und ihrer langsamen Erwärmung im Frühjahr. Ausgetrocknete Humusböden erhitzen sich u. U. sehr stark. Diese Verhältnisse haben aber offenbar in der Landwirtschaft mehr Bedeutung als im Walde, dessen Bodenwärmegang wegen der Beschirmung ja überhaupt viel ausgeglichener ist.

Feuchtigkeitsverhältnisse. Die Bodenfeuchtigkeit hat bereits beim Wasserfaktor eine weitgehende Besprechung erfahren. Hier spielt die Zusammensetzung des Bodens nach der Größe der einzelnen Körner gerade auf den Sandböden trockenerer Gebiete oft die entscheidende Rolle.

Die Wasserhaltung ist um so besser, je höher der Anteil der feinen Körner (unter 0,2 mm) ist. Der Feinkorngehalt bestimmt auf derartigen Böden oft die Wachstumsmöglichkeiten unserer Holzarten. Albert¹ hat durch vergleichende Analysen hier folgende Abstufung von Bodentypen aufgestellt: Bei einem Feinerdegehalt von unter 10%, der nur auf den sog. Sibirienböden in der Niederlausitz gefunden wurde, lückiger, krüpplicher Wuchs der Kiefer und fast vegetationsloser Zustand, bei 10% Feinerde: Existenzminimum des reinen Kiefernbestandes geringster Bonität, bei 20%: Bestände mittlerer Ertragsklassen, unter denen sich vereinzelt auch schon die Buche als Unterholz erhalten kann, bei 30% wird die Buche der Kiefer schon gleichwüchsig, bei 40% treten die besten Ertragsklassen auf und Eiche und Buche wachsen gleich freudig mit der Kiefer in hochwertigen Mischbeständen. Natürlich geben diese Zahlen nur ungefähre Anhaltswerte. Es hat sich auch durch neuere Untersuchungen noch gezeigt, daß auch der Anteil der feinsten Teilchen unter 0,02 mm (Schluff) und unter 0,002 mm (Kolloide) hier oft eine ausgleichende Rolle spielen kann. Wenige Prozente davon können auch einem sonst gröberen Sande schon höhere Ertragsfähigkeit geben².

Auch eine stärkere Humusbeimengung im Boden wirkt ähnlich erhöhend auf den Wassergehalt, da diese im allgemeinen auch den Anteil an feinen Teilchen erhöht und die Humusteile selbst hygroskopisch Wasser aufnehmen.

Der durch Feinkorngehalt und Dichte der Lagerung bedingte kapillare Aufstieg des Wassers im Boden ist nur dann günstig, wenn Überfluß an Wasser im Untergrund vorhanden ist (hoher Grundwasserstand). Sonst wirkt er sich leicht ungünstig aus, indem er das Wasser bis zur Oberfläche führt, und dieses dort dauernd verdunstet. Es ist daher an der Oberfläche immer eine Unterbrechung der Kapillarität durch Bedeckung (Streu) oder durch künstliche Auflockerung (Bodenbearbeitung) erwünscht. Alle diese Verhältnisse spielen auf den Sandböden der norddeutschen Tiefebene eine besonders große Rolle. Die an feinen und feinsten Teilchen reichen bis überreichen Lehm- und Tonböden, wie sie sich meist in West- und Süddeutschland finden, sind anders zu beurteilen. Feuchtigkeit ist dort meist genügend vorhanden. Dagegen tritt dort mehr der Gesichtspunkt der Durchlüftung in den Vordergrund.

Durchlüftung. Hierfür sind in erster Linie die strukturellen Verhältnisse (Krümel- und Einzelkornstruktur, Porenvolumen und Luftkapazität) bestimmend.

Natürlich sind diese auch bei Sandböden nicht gleichgültig. Sie sind bei diesen aber in der Regel schon an sich günstiger und treten gegen den Wasserfaktor zurück.

Eine gute Krümelstruktur des Bodens, bei der, wie schon der Name sagt, die Bodenteilchen in kleinen Gruppen (Krümeln) zusammengeballt sind, verbürgt gegenüber der dichten Einzelkornlagerung zunächst ein besseres Eindringen der Luft und ebenso ein leichteres Eindringen und Arbeiten der feinsten Würzelchen. Wir finden daher auf solchen Böden auch immer eine reichere und tiefere Bewurzelung, dagegen auf dicht gelagerten flachstreichende, oft kranke Wurzeln (Wurzelfäule), obwohl der Zusammenhang nicht immer klar und sicher zu erweisen ist³. Die Krümelstruktur

¹ Albert: Der waldbauliche Wert der Dünensande. Z. f. Forst- u. Jagdwes. 1925, S. 129 ff.

² Hartmann: Kiefernbestandestypen des nordostdeutschen Diluviums, S. 76. Neudamm 1928.

³ Vgl. Albert: Besteht ein Zusammenhang zwischen Bodenbeschaffenheit und Wurzelkrankung der Kiefer auf aufgefrostetem Ackerland? Z. f. Forst- u. Jagdwes. 1907, S. 283 ff.

erleichtert aber auch, namentlich auf schwereren Böden, bei Regen das Eindringen des Niederschlagswassers und verhindert in trocknen Zeiten durch Unterbrechung der Kapillarität die zu rasche Verdunstung. Sie geht Hand in Hand mit noch allerlei anderen günstigen Nebenerscheinungen und bezeichnet jenen aus der Landwirtschaft bekannten Zustand der „Bodengare“, bei dem alle Wachstums- und Lebensvorgänge der Pflanzenwelt, wie auch die Zersetzung der organischen Abfallstoffe am besten vor sich gehen.

Das Vorkommen und die Verteilung der Bodenarten in Deutschland. Eine statistische oder gar kartographische Darstellung der Bodenarten im deutschen Walde besitzen wir leider noch nicht. Erst neuerdings ist eine Übersichtskarte der Hauptbodenarten in Deutschland erschienen, die aber Feld- und Waldfläche zusammenfaßt¹. Man kann sich also nur durch Vergleich mit entsprechenden Übersichtskarten der Wälder ein Bild machen, wie die Hauptbodenarten anteilig auch auf den Wald entfallen mögen.

In der norddeutschen Tiefebene herrschen an sich schon die leichten und mittleren Bodenarten (Sand und lehmiger Sand) vor. Alle größeren Flächen mit schwereren Böden (Lehm-, Ton- und Marschböden) sind hier meist längst und ausschließlich von der Landwirtschaft in Anspruch genommen. Dem Walde sind nur kleinere Lehmeinsprengungen verblieben, die in den Endmoränenzügen liegen, und die durch starke Hügeligkeit des Geländes sich nicht zur Beackerung eignen. Auch andere kleine Lehminseln, die zufällig in größere Waldgebiete mit Sandboden eingeschlossen sind und ihrer abgelegenen Lage wegen der landwirtschaftlichen Benutzung entgangen sind, sind dem Wald noch hier und da verblieben. Endlich findet sich dieser noch auf den schweren, fruchtbaren Schlickböden im Überschwemmungsgebiet der großen Ströme und Seitenflüsse der norddeutschen Tiefebene (sog. Auewälder). Zum allergrößten Teil aber stockt der Wald in der ganzen norddeutschen Tiefebene doch auf Sandböden. Man wird nicht fehlgehen, wenn man diesen Anteil unter Anlehnung an die mit Kiefer bestandene Fläche, zu der auch noch ein Bruchteil vom Laubholz zuzurechnen sein wird, auf etwa 85% des gesamten Waldbodens in der norddeutschen Tiefebene einschätzt. Die Fruchtbarkeit dieser Sande ist durch ihren Gehalt an feinen Körnern (Feinsand) bzw. feinsten Teilchen (lehmige Sande), durch etwa unterliegende Lehmschichten oder günstigen Grundwasserstand gegeben. Sehr arme Böden bilden meist die großen Talsandgebiete und die zahlreichen Binnendünen im östlichen Teil, ebenso die stark ausgewaschenen und z. T. durch Wind umgelagerten Heidesande in Nordwestdeutschland und auf der Cimbrischen Halbinsel. Die an Feldspat und anderen Silikaten, teilweise auch Kalkkarbonaten reicheren unteren Diluvialsande (sog. Spatsande) zeigen ihre größere Fruchtbarkeit meist schon durch reichere Beimischung von Laubhölzern an. Ebenso bilden die oberen Diluvialsande (Decksande) meist kräftigere Waldböden.

Ungleich besser ist das Verhältnis in West- und Süddeutschland. Hier hat die Berglage dem Wald noch große Gebiete fruchtbarer Lehm Böden erhalten. Man wird hier umgekehrt den Anteil der Sandböden im Walde als sehr gering gegenüber den Lehm- und Tonböden annehmen dürfen (vielleicht 10:90%). Größere reine Sandgebiete finden sich nur in der Rhein-Main-Ebene, im fränkischen Keupergebiet (Bamberg—Erlangen—Nürnberg), in einem Teil der Buntsandsteingebiete von Hessen-Nassau, sowie im Schwarzwald und in der Pfalz. In den übrigen Gebieten aber herrschen die Lehm Böden

¹ Krische, P.: Bodenkarten und andere kartographische Darstellungen der Faktoren der landwirtschaftlichen Produktion verschiedener Länder, S. 19. Berlin 1928.

auch im Walde vor. Hervorragend fruchtbare Böden liefern die zahlreichen Basaltberge in Westdeutschland (Vogelsberg, Rhön und viele andere kleinere Köpfe) und die großen Kalkgebirge (Muschelkalk, Jura u. a.), ebenso die Lößüberlagerungen in einigen Mittelgebirgen und Hügellandschaften.

Im übrigen findet sich zwar überall in West- und Süddeutschland eine reiche Abstufung und eine waldbaulich wechselnde Einstellung der einzelnen verschiedenen Böden¹, aber abgesehen von den klimatisch ungünstigen höheren Gebirgslagen, sind sie doch fast alle fähig genug, um auch die anspruchsvolleren Laubholzarten zu tragen.

Zu der klimatischen Begünstigung West- und Süddeutschlands tritt so noch schwerwiegend der reichere und bessere Boden. In Norddeutschland haben wir nur Brocken davon im Walde, im Westen und Süden aber ist der nährstoffreichere Lehm fast überall des Waldes tägliches Brot!

Der Einfluß des Waldes auf den Boden. Der Einfluß des Waldes auf den gegebenen Boden ist offenbar tief einschneidend. Waldboden ist auch bei gleicher geologischer Grundlage und gleichem Außenklima ökologisch etwas ganz anderes als nackter Boden oder Acker- und Wiesenboden.

Wir sehen das vielleicht am krassesten, wenn solcher Boden aufgeforstet wird, und dann die durchaus standortgemäßen Nadelhölzer, wie Kiefer oder Fichte, Erkrankungen und Absterben, die sog. „Ackersterbe“ oder „Acker-tannenkrankheit“, zeigen, während sie oft dicht daneben auf altem Waldboden gut gedeihen².

Mineralstoffentzug. Die Beeinflussung des Waldbodens durch den aufstockenden Bestand in bezug auf Wärme, Feuchtigkeit, Licht, Kohlensäure und Wind ist schon bei diesen einzelnen Faktoren besprochen worden. Hier haben wir zunächst noch den Einfluß des Waldes auf den Mineralstoffvorrat zu behandeln.

Wir hatten schon gesehen, daß der Mineralstoffgehalt nur in den Blättern und im feinen Reisig stark ist. Diese werden aber im allgemeinen dem Boden beim Abfall wieder zurückgegeben. Ja, es kann hier sogar eine gewisse Bereicherung eintreten, indem die von den Wurzeln aus größeren Tiefen entnommenen Mineralstoffe an die Oberfläche gebracht und aufs neue dem Kreislauf zugeführt werden. Wie bedeutend diese Mengen sind, aber auch wie verschieden bei den einzelnen Holzarten, zeigt die von Albert entworfene anschauliche Darstellung in Abb. 77. Da bei den verschiedenen Holzarten auch ein verschieden starker Entzug an den einzelnen Mineralstoffen vorliegt, so kann durch Holzartenmischung ein günstiger Ausgleich stattfinden, während bei Reinbeständen leichter eine einseitige Ausnutzung und Verarmung an einem Stoff eintreten kann. Man hat sogar teilweise hierauf die sog. Bodenmüdigkeit bei Reinanbau auf ärmeren Standorten zurückführen wollen, z. B. bei der Rotbuche auf Buntsandstein. Allerdings ist bisher kein Nachweis dafür erbracht worden, daß die Wuchsleistung tatsächlich mit den Generationen zurückgegangen ist, und daß der Vorrat an irgendeinem Mineralstoff damit abgenommen hat³.

¹ Eine vorzügliche Darstellung dieser waldbaulichen Verhältnisse bei wechselnder geologischer Grundlage gibt Rebel in seinen fein ausgezeichneten Einzelbildern: „Waldbauliches aus Bayern“ Bd. 1 u. 2. 1922 u. 1924.

² Vgl. hierzu Teil II, Kap. 13.

³ Andere wollen die Erscheinung sogar auf die Ausscheidung ungünstiger oder giftiger Stoffe aus den Wurzeln oder im Streuabfall zurückführen. „Keine Pflanze wächst gern in ihrem eignen Mist.“ Derartige Annahmen sind natürlich ohne tatsächliche Unterlagen zunächst völlig willkürlich und aus der Luft gegriffen!

Die Frage der Bilanz zwischen Mineralstoffentzug und Vorrat im Boden hat schon immer in der forstlichen Welt Interesse erweckt.

Freilich steht jede Berechnung auf ganz unsicheren Grundlagen. Vor allem gilt das für den Vorrat: Kann die mit Salzsäure aufgeschlossene Mineralstoffmenge mit der durch

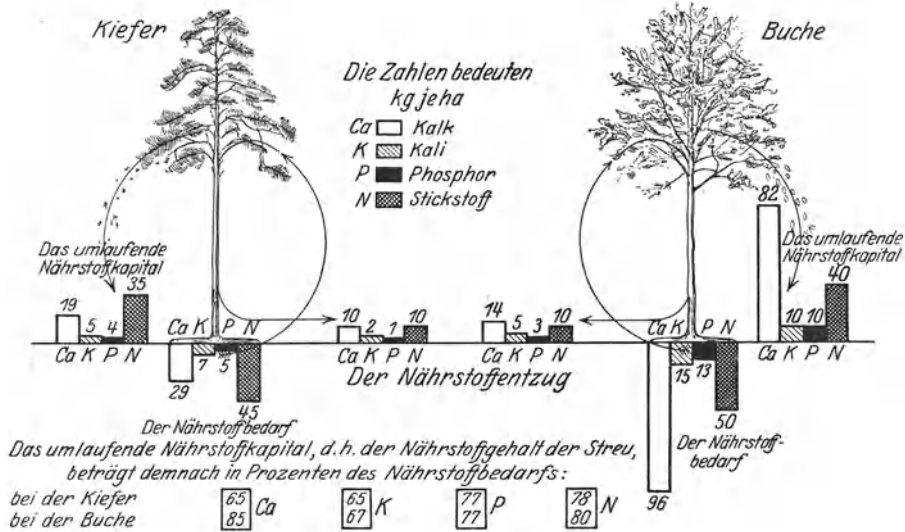


Abb. 77. Der Nährstoffhaushalt des Waldes. Von den Nährstoffen, die der Wald zu seinem Aufbau benötigt (Nährstoffbedarf), wird nur ein verhältnismäßig geringer Teil durch die Holznutzung dem Boden für immer entzogen (Nährstoffentzug). Der weitaus größte Teil kehrt mit den abfallenden Blattorganen und Zweigen (Waldstreue) in den Boden zurück und steht dem Walde wieder zur Verfügung (umlaufendes Nährstoffkapital). Die Waldstreue ist der Dünger des Waldes. Ihre Entfernung (Streunutzung) stört das Gleichgewicht in seinem Nährstoffhaushalt und schädigt ihn schwer.

die Wurzeln aufnehmbaren in Vergleich gebracht werden? Welcher Raum soll als Wurzelraum gelten? Kann Auswaschung einerseits, kapillarer Aufstieg andererseits nicht weitgehende Vorratsverschiebung in der Wurzelschicht bewirken u. a. m.? Hausrath¹ hat einmal für die Kiefer und für diluviale Sandböden eine schätzungsweise Berechnung aufgestellt, wie lange bei Entnahme des gesamten Holzes der Vorrat an den einzelnen wichtigsten Mineralstoffen reichen dürfte und ist zu folgenden ungefähren Zahlen gekommen:

Auf Standortsklasse für Kiefer	an Kali	an Kalk	an Phosphorsäure
	nach Jahren (auf 100 abgerundet)		
I	4900	57000	9500
II	7100	5300	9800
III	5600	4100	9500
IV	4200	1300	8800
V	4600	2900	7600

Es wird eine Erschöpfung eintreten:

Diese Zahlen dürften aber nur insofern einen tatsächlichen Wert haben, als sie zeigen, daß auch bei voller Holzernte der Mineralstoffvorrat in der Wurzelschicht vorläufig noch auf Generationen hinaus reichen wird, und daß sich vielleicht am ehesten beim Kalk auf geringeren Ertragsklassen eine Erschöpfung bemerkbar machen könnte.

Sehr lehrreich sind die Zahlen für den Entzug bei Derbholz- und bei Reisholznutzung. Er beträgt im Durchschnitt je Festmeter bei der Kiefer:

	Kali g	Kalk g	Phosphorsäure g
Derbholz (altes Holz) . .	166	683	69
Reisholz (junges Holz) . .	793	2150	626

¹ Hausrath: Pflanzengeographische Wandlungen der deutschen Landschaft, S. 242. Leipzig 1911.

Eine Belassung des wirtschaftlich sowieso schlecht verwertbaren schwächeren Reisigs kann also das Nährstoffkapital nicht unbedeutend strecken!

Es ist bei der ganzen Frage der Mineralstoffbilanz nicht zu verkennen, daß wir dem Urwald gegenüber, in dem ja dem Waldboden alle Mineralstoffe wiedergegeben werden, im Wirtschaftswald zweifellos einen langsamen Raubbau treiben. Aber die Frage eines Ersatzes durch künstliche Düngung wird und kann erst dann einmal brennend werden, wenn die Erträge an Holz nachweisbar durch Nährstoffmangel nachlassen sollten, und der Preis des Holzes damit steigen wird. Vorläufig ist sie nur ein Problem ferner Zukunft!

Der Mineralstoffentzug durch die Sträucher, Kräuter und Gräser des Waldbodens spielt im allgemeinen keine Rolle, da ja alles an den Boden zurückfällt. Der Verzehr durch Wild und Weidevieh, bei dem nur ein Teil dem Boden in den Exkrementen zurückgegeben, ein Teil aber zum Körperaufbau der Tiere verwendet wird, dürfte auch kaum ins Gewicht fallen. Bedenklicher ist schon ein regelmäßig ausgeübter Gräschnitt, das Mähen von Beerkraut, Heide, vor allem aber eine regelmäßige Streunutzung. Eine mehrmalige Wiederholung auf der gleichen Fläche muß bei dem verhältnismäßig hohen Mineralstoffentzug hierdurch auf ärmeren Böden eine empfindliche Schmälerung des Nährstoffvorrates herbeiführen. Wir haben allen Grund, diese Nebennutzungen aufs Unumgänglichste zu beschränken!

Abfallstoffe und Humusbildung. Den wichtigsten Einfluß auf den Boden übt der Wald aber durch die organischen Abfallstoffe der Bäume und der Bodenflora (Waldstreu) bei der Bildung des Humus aus. Sind es doch alljährlich gewaltige Mengen, die beim Abstoßen der Nadeln, Blätter, Knospenschuppen, Äste und Borke, sowie beim herbstlichen Absterben der Gräser und Kräuter auf dem Waldboden abgelagert werden und dort nun der Humifizierung, d. h. einer Zerstörung und Verwesung durch allerhand physikalische, chemische und biologische Vorgänge entgegengeführt werden. Diese dann weitgehend veränderten, aber noch dem Boden aufliegenden Stoffe kann man mit Spitzenberg als „Auflagehumus“ bezeichnen und sowohl der noch unveränderten Streu (Förna der Schweden) wie auch den schon in den Mineralboden durch Regen, Tiere usw. eingebrachten Humusteilchen, dem Bodenhumus, gegenüberstellen. Die Zersetzung der Streu kann nun sehr verschieden vor sich gehen. Erfolgt sie rasch und gut, so werden die organischen Bestandteile weitgehend zerkleinert und bald in eine feinkörnige, lockere Masse von Humusteilchen übergeführt, in der man mit unbewaffnetem Auge keine Pflanzenstruktur mehr erkennen kann, und die wir als „Moder“ bezeichnen können. Geht sie langsam und schlecht vor sich, so bleiben die Abfallstoffe in gröberen Teilchen zurück, deren Pflanzenstruktur man noch deutlich erkennen kann. Sie sind dann mehr oder minder dicht von Pilzfäden durchzogen und miteinander verflochten. Bleibt die ganze Masse dabei noch locker, so liegt nach dem von Ramann geprägten und allgemein eingebürgerten Wort der sog. „Rohhumus“ vor. Ist die Verflechtung und Verfilzung aber so dicht und so fest, daß man beim Herausbrechen große, torfartig zusammenhängende Stücke erhält, so liegt nach Albert¹ „Aufagetorf“ vor (vielfach auch Trockentorf genannt).

Der in den Boden eingehende Humus kann entweder nur mechanisch durch Regen oder wühlende Tiere in kleinen Körnchen den Mineralteilchen zwischenlagert sein (Bodenmoder oder Modererde), oder er ist in Lösung gegangen und überzieht dann glasurartig die Mineralteilchen (Mull oder Mullerde).

¹ Albert: Die Bezeichnung der Humusformen des Waldbodens. Forstarchiv 1929, S. 103. Wir halten die hier vorgeschlagene einfache und übersichtliche Einteilung und Benennung gegenüber den vielfach recht verworrenen und in verschiedenem Sinne gebrauchten bisherigen Bezeichnungen für sehr glücklich und folgen ihr daher auch hier.

Die günstigsten Verhältnisse nach allen Beziehungen liegen da vor, wo die Abfallstoffe im Verlauf eines Jahres so vollständig zersetzt und dem Boden zugeführt, „mineralisiert“ werden, daß beim Neuabfall im Herbst kein alter Auflagehumus mehr vorhanden ist. Wo dies nicht geschieht, sondern eine Anhäufung stattfindet, da tritt nicht nur ein ungünstiger Abschluß des Bodens von Luft, Wärme und Wasser, sondern auch meist eine starke Säurebildung und verstärkte Auswaschung der oberen Schichten ein. Diese werden ausgebleicht (Bleicherden), die ausgewaschenen Eisen- und Humusverbindungen werden in der Tiefe wieder ausgefällt und führen dort oft zu einer mehr oder weniger festen Verkittung des Mineralbodens (Orterde, Ort-

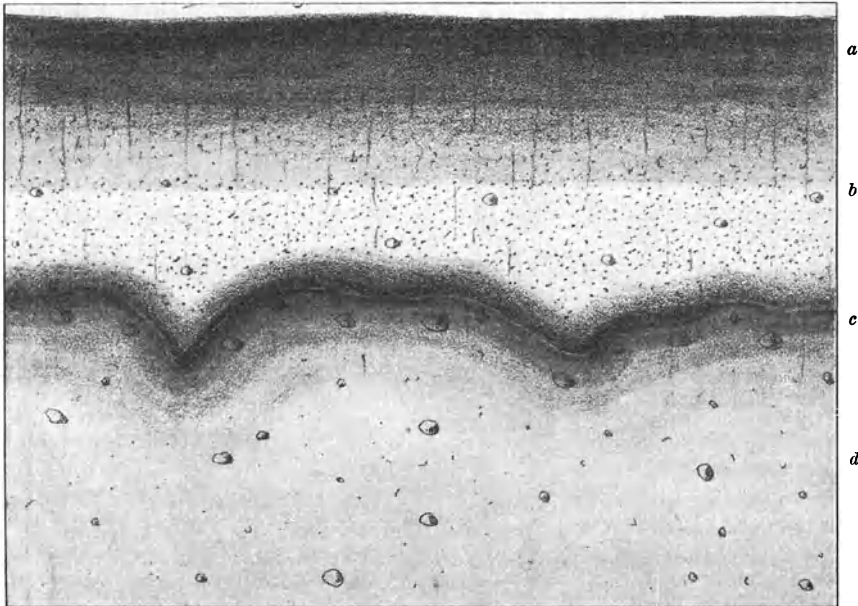


Abb. 78. Normales Profil eines Ortsteinbodens. Nach Emeis. *a* humoser Sand, *b* Bleichsand, *c* Ortstein, *d* Untergrund.

stein, Abb. 78). Die Pflanzenwurzeln werden dann von dem darunterliegenden unausgewaschenen Mineralboden mehr oder weniger vollständig abgeschlossen.

Diese Vorgänge zeigen sich nun in den verschiedensten Graden der Ausbildung in Waldböden mit schlechter Humuszersetzung. Sie sind besonders im Norden und Nordosten Europas verbreitet und werden in Rußland auch mit „Podsolierung“ bezeichnet (von *podsol* = Asche nach der grauen Farbe der oberen ausgebleichten Schichten). Ein kühles und feuchtes Klima, wie es dort und auch im höheren Gebirge herrscht, begünstigt diesen Vorgang. Aber ebenso findet sich ein solcher auch in starkem Maße auf gewissen Böden des feuchten und wintermilden, aber sommerkühlen atlantischen Klimas, so besonders im nordwestdeutschen Heidegebiet, und hat hier zu schweren Bodenkrankungen unter z. T. mächtigen Decken von Auflagehumus geführt, die den Wald nach Erdmann dort in seiner Lebensfähigkeit aufs ernsteste bedrohen¹.

¹ Erdmann: Die nordwestdeutsche Heide in forstlicher Beziehung. Berlin 1907. — Dauerwald. Allg. Forst- u. Jagdztg. 1924.

Neben dem Klima scheint aber auch der Boden selbst, auf dem die Abfallstoffe auflagern, eine bedeutende Rolle bei der Zersetzung zu spielen. Basenarme, insbesondere kalkarme Böden verhalten sich immer am ungünstigsten (sog. untätige Böden), während auf kräftigeren kalkreichen (tätigen) Böden auch im ungünstigen Klimagebiet die Zersetzung immer viel besser vor sich geht.

Neben Klima und Bodenart ist aber auch die Bestockung durch die verschiedenen Holzarten mit ihren verschiedenen Abfallstoffen und die Art der Bodenflora von großem Einfluß.

Als leicht rothumuserzeugend gilt insbesondere die Fichte, in etwas geringerem Grade, und meist im Zusammenhang mit ihrer Begleitflora, auch die Kiefer. Tanne und Buche bilden nur in Ausnahmefällen, meist auf matten, untätigen, zu nassen oder zu trocknen Böden und in besonders ungünstigem Klima Rohhumus unter sich (z. B. die Tanne auf Buntsandstein in

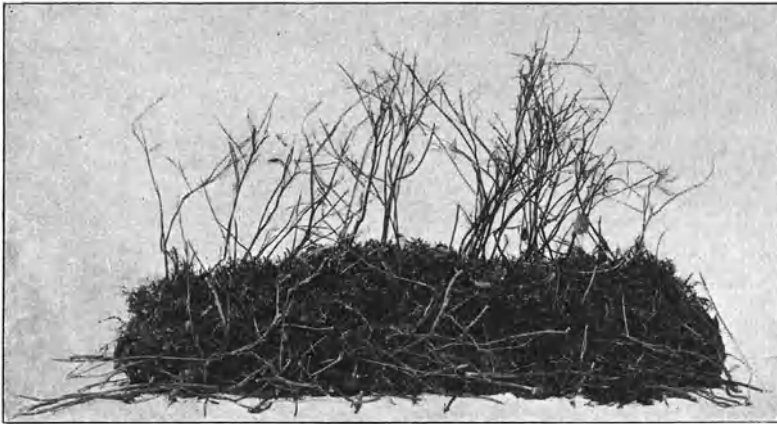


Abb. 79. Heidelbeere (*Vaccinium myrtillus*), locker gelagerte Schicht von Rohhumus von den Kriechtrieben der Pflanze durchwachsen. Die Wurzeln dringen nicht in den Mineralboden ein. Orig.-Phot. Prof. Albert, 1909.

Hochlagen des Schwarzwaldes, die Buche auf trocknen Rücken und Kuppen im westdeutschen Buntsandsteingebiet, aber auch auf Sandböden in der nordwestdeutschen Heide bis nach Dänemark hinein. Übrigens sind solche Rohhumusbildungen unter Buche auch auf Sandböden im trockneren Osten festgestellt worden (Bärenthoren¹).

Als besonders günstig für rasche Zersetzung gilt der Streuabfall der Haselnuß, Hainbuche, Linde, Birke, auch der Eiche und von den Nadelhölzern der Lärche.

Unter den verschiedenen Vertretern der Bodenflora steht in bezug auf Rohhumusbildung die Preiselbeere (*Vaccinium Vitis idaea*) obenan², ihr nahe die Blaubeere (*Vaccinium Myrtillus*, vgl. Abb. 79). Der Rohhumus der Heide (*Calluna vulgaris*) gilt besonders auf etwas trockneren und ärmeren Böden als nicht so stark und ungünstig, kann aber unter Umständen, namentlich im nordwestdeutschen Gebiet, auch sehr schädliche Formen annehmen.

¹ Wiedemann: Die praktischen Erfolge des Kieferndauerwaldes, S. 44ff. Analysen von Hesselman. Neuerdings hat auch Hartmann ähnliche Trockentorfbildungen unter Buche in den Forsten um Eberswalde gefunden.

² Im Norden und im Gebirge scheinen auch *Vaccinium uliginosum*, *Empetrum nigrum*, *Arctostaphylos uva ursi* u. a. ähnlich stark rothumusbildend zu sein.

Von den Farnen hat vielfach der Adlerfarn (*Pteris aquilina*) Rohhumus unter sich. Im nordostdeutschen Küstengebiet, wo er eine ungewöhnlich üppige Entwicklung zeigt (bis über Mannshöhe), findet man mächtige Rohhumuspolster unter ihm.

Andererseits habe ich ihn aber auch (mit *Sambucus Ebulus* zusammen!) auf großen Kahlfächen auf verkarstendem Kalkboden in Bosnien ohne jede Rohhumusbildung gefunden.

Von den Moosen zeigen die *Leucobryum*-, *Dicranum*- und *Polytrichum*-Arten bei uns meist Rohhumusunterlagen, während die *Hylocomium*-

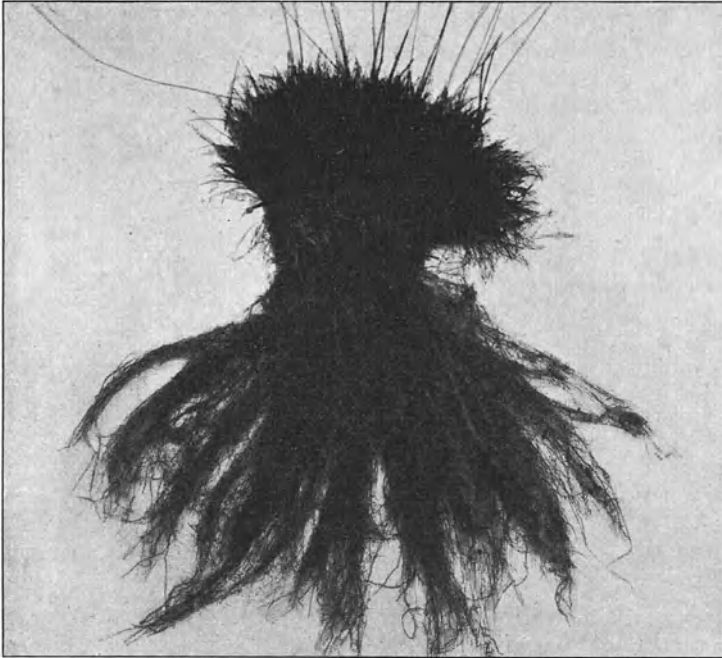


Abb. 80. Wurzelstock von *Aira flexuosa* (Wurzellänge 40 cm). Orig.-Phot. Prof. Albert. Die sehr dichten und feinen Faserwurzeln gehen senkrecht in die Tiefe. Keine horizontale Verflechtung wie bei den Beerkräutern, der Segge (*Calamagrostis*) u. a. horstbildenden Unkräutern mit Wurzelstöcken, Ausläufern u. dgl. Keine ausgesprochene Bildung von Auflagetorf.

und *Hypnum*-Arten schon eine etwas besser zersetzte Form (sog. Moosmoder) aufweisen. Den schlimmsten Grad der Vertorfung auf nassen Böden zeigen aber immer die Sphagneen an. Von den Gräsern findet sich das Pfeifengras (*Molinia coerulea*) fast regelmäßig auf Rohhumus. Die im Kiefernwald weitverbreitete Waldschmiele (*Aira flexuosa*) zeigt meist schon etwas besseren Zersetzungszustand an, aber ihre Stellung nach dieser Beziehung scheint noch nicht recht geklärt (Abb. 80). Die breitblättrigen Süßgräser (*Holcus*, *Festuca*, *Aira caespitosa*), die Simsen (*Luzula*-Arten) und Kräuter wie die Erdbeere, *Fragaria vesca*, der Sauerklee, *Oxalis acetosella*, *Galium*, *Galeobdolon* und viele andere kommen entweder nur auf vollständig zersetztem Humus (Mullerden) vor oder auf solchen, die ihnen doch schon nahestehen (Modererden). Als besonders bezeichnend für beste Humuszersetzung darf das Auftreten des Waldmeisters (*Anthoxanthum odoratum*) gelten, der geradezu die Leitpflanze der Buchenmullflora geworden ist.

Eine große und noch nicht geklärte Frage ist aber die, ob und inwieweit bei den verschiedenen Zersetzungszuständen der pflanzlichen Abfallstoffe, die Bäume bzw. die Bodengewächse selbst oder klimatische Verhältnisse und der Bodenzustand die primäre Rolle spielen. Man hat wohl von Rohhumusbildnern bzw. Rohhumusmehrern und Rohhumuszehrn gesprochen und zu den ersteren vor allem die Fichte, die Kiefer, die Beerkräuter, zu den letzteren Lärche, Eiche, Birke und viele Gräser gerechnet. So augenscheinlich auch die Rolle der ersteren bei der Rohhumusbildung ist, so müssen doch wohl immer noch andre Umstände dabei mitwirken. Denn unter günstigen Verhältnissen, z. B. auf Kalk, kann sogar bei der Fichte jede Rohhumusbildung fehlen. Noch unsicherer ist der Begriff der Rohhumuszehrer. Eine unmittelbare Aufnahme oder auch nur eine Zersetzung des Rohhumus durch die Wurzeln der höheren Pflanzen scheint nach allen pflanzenphysiologischen Kenntnissen nicht möglich zu sein. Ob die bei der Verwesung des Abfalls dieser Pflanzen auftretenden Vorgänge oder Stoffe etwa die Zersetzung des vorhandenen Rohhumus befördern können, ist auch unbekannt. Zu denken wäre vielleicht an eine Auflockerung durch die obersten Wurzeln, dadurch eine Beförderung der Durchlüftung und damit dann auch der Verwesung.

Die Pflanzen- und Tierwelt im Boden. Die wichtigste Rolle bei der ganzen Humuszersetzung spielen aber die Kleintiere und besonders die Pilze und Bakterien des Waldbodens. Hierbei könnte auch am ehesten an eine Abhängigkeit von Lebensbedingungen gedacht werden, die ihnen gerade die sog. Rohhumuszehrer, sei's durch ihre Abfälle, sei's durch Wurzelabscheidungen, sei's auch nur durch Außenfaktoren, wie Licht, Feuchtigkeit u. a. m. zu bieten imstande sind. Welche Verkettungen feinsten Art hier bestehen, die das erste Auftreten dieser Mikroflora und -fauna ermöglichen und dann ihre Weiterarbeit im Rohhumus begünstigen, darüber wird uns erst die heute noch in den allerersten Anfängen stehende Mikrobiologie des Waldbodens aufklären müssen¹.

Wir kennen vorläufig nur einzelne Arten der hier mitwirkenden Pilze und Bakterien und wissen von ihren genaueren Lebensbedingungen noch wenig. Daß sie sehr bedeutsam sein müssen, geht aber schon aus ihren ungeheuren Zahlen hervor. Ramann fand z. B. in 1 g Trockensubstanz in der Waldstreu bis zu 50 Millionen Spaltpilze und unzählbare Mengen Fadenpilze. Im allgemeinen wiegen bei dicht gelagerten und sauer reagierenden Böden die Fadenpilze vor, und es nimmt die Gesamtzahl der Organismen überhaupt ab. Bei locker gelagerten und in guter Zersetzung befindlichen Böden nimmt sie dagegen zu, vor allem die der Bakterien. Da beide Gruppen in bezug auf Licht, Wärme und Feuchtigkeit, soweit dies bisher untersucht ist, große Unterschiede und hohe Empfindlichkeit zeigen, so müssen alle Änderungen nach dieser Beziehung die Zusammensetzung der Mikro-Flora und Fauna und damit auch die Zersetzung der organischen Abfälle stark beeinflussen, in denen und von denen sie ja leben.

Auch der Einfluß der Tierwelt des Waldes auf den Boden ist zweifellos groß, angefangen von den nur wühlenden und grabenden Groß- und Kleintieren (Wildschwein, Maulwurf, Mäuse, Käfer, Larven u. a.) bis zu denen, die Erde und Pflanzenteile in sich aufnehmen und in ihren Exkrementen meist fein gekrümelt dem Boden wiedergeben.

Bekannt ist hier seit Darwin die große Bedeutung der Regenwürmer. Diese treten aber bei uns meist nur im Laubwald auf. Im Kiefernwald unter Rohhumus, also da,

¹ Vgl. hierzu die ersten Arbeiten auf diesem Gebiet von Hesselman in Mitt. d. schwed. forstl. Versuchsanst. 1916; ferner von Wittich: Dissert., Eberswalde 1925. Falck: Mykolog. Untersuchungen und Berichte Bd. 2, S. 11. Kassel 1923.

wo ihre Arbeit gerade besonders erwünscht wäre, fehlen sie fast ganz. Nach Ramann dürfte auf Sandböden die Tätigkeit der hier allein zahlreich auftretenden Springschwänze (Collembolen) wichtiger sein, zumal auch sie von organischen Abfallstoffen leben. Es werden aber hier doch auch wohl noch eine Anzahl anderer Kleintiere und Kerfe in Betracht kommen, die auch im Sandboden leben und ihn durchwühlen und seine Abfälle benagen. Auf den Nutzen und die Notwendigkeit der Erhaltung der ganzen Tierwelt im Waldboden hat besonders Spitzenberg in seinen verschiedenen Veröffentlichungen immer wieder hingewiesen. Die hohen Zahlen, die auch für das Vorkommen von Würmern und anderen Kleintieren im Boden festgestellt sind — in Schweizer Waldböden wurden 5000—8000 auf den Quadratmeter gefunden —, dürfte in ihrer Wichtigkeit bei der Rohhumuszersetzung sowie bei der Durchlüftung der Böden nicht zu unterschätzen sein.

Jedenfalls bevölkert den Boden, namentlich den humosen Boden und seine Abfalldecke, eine Lebewelt von größeren bis kleinen und kleinsten Tieren und Pflanzen, die mit ihm und unter sich wieder besondere Lebensgemeinschaften bilden, deren verwickelte Beziehungen zueinander und deren Wirkungen auf den Boden wir heute noch nicht annähernd zu durchschauen vermögen. Francé¹ hat diese Kleinwelt des Bodens mit dem Namen „Edaphon“ bezeichnet und in einer Reihe von Untersuchungen die Arten, die Zahl der Individuen und ihre Abhängigkeit von verschiedenen Bodenzuständen aufzuklären versucht. In guter Walderde (Mull) fand er sie am höchsten. Sie betrug dort ohne Großwürmer und ohne Bodenbakterien allein 100—150 Tausend Individuen pro Kubikzentimeter!

Rolle der Baumwurzeln im Boden. Für die Durchlüftung des Waldbodens spielen schließlich nach Burger² auch die Wurzeln der Waldbäume selbst bzw. die von den abgestorbenen Wurzeln hinterlassenen Kanäle eine besonders wichtige Rolle. Sie erhöhen seine Luftkapazität, da sie wegen ihrer Größe nicht kapillar wirken und sich daher auch in feuchten Zeiten und bei wassergesättigtem Boden nie ganz mit Wasser füllen, sondern immer noch Luft enthalten. Im Gegensatz dazu fehlt es den Acker- und Wiesenböden (wenn dort nicht etwa durch Regenwürmer und andere Erdtiere Ersatz geschaffen wird!) an solchen Hohlräumen. Burger fand daher auf den von ihm untersuchten Freilandböden immer eine viel geringere Luftkapazität. Er hat mit einem sehr treffenden Ausdruck von der besonderen „Architektur des Waldbodens“ gesprochen, die durch dieses Gerippe von Wurzelkanälen entsteht. Die Wichtigkeit dieses Einflusses, den hier der Wald auf den Boden ausübt, ist unverkennbar. Aber sie dürfte auf den von Burger untersuchten meist sehr feinerdigen und zu Verschlammung und Verdichtung neigenden Lehm- und Tonböden ungleich höher sein als auf durchlässigen, grobkörnigen Sandböden.

Sehr wichtige Ergebnisse über den Einfluß der Bäume auf den Lockerheitsgrad des Bodens hat eine neuere Arbeit³ geliefert, die auf diluvialen Sandböden festgestellt hat, daß die Festigkeit (Druckwiderstand) im Oberboden unter Akazien-, Roteichen- und Lärchenhorsten immer viel geringer war als im benachbarten Kiefernbestand (vgl. Abb. 81). Ob dies mehr auf die Tätigkeit der Wurzeln oder auf die günstigere Zersetzung der Abfallstoffe mit allen ihren Folgen (Krümelbildung) zurückzuführen ist, bleibt noch aufzuklären.

Sicher ist aber, daß die physikalischen Verhältnisse der schweren und der leichten, sandigen Böden von ganz verschiedenen

¹ Francé, R. H.: Das Edaphon. München 1913.

² Burger, H.: Physikalische Eigenschaften der Wald- und Freilandböden. Mitt. d. Schweiz. Zentralanst. f. d. forstl. Versuchswes. Bd. 13, 1926.

³ Albert u. Penschuck: Über den Einfluß verschiedener Holzarten auf den Lockerheitsgrad des Waldbodens. Z. f. Forst- u. Jagdwes. 1926, S. 181.

Gesichtspunkten zu beurteilen sind¹. Für die ersteren mag vielfach mehr die Durchlüftung entscheidend sein, für die letzteren aber in den allermeisten Fällen die Wasser- und vielleicht auch die Stickstoff- (Humus-) Frage.

Einfluß der Wirtschaft auf den Boden im Walde. Aus allem Vorhergesagten erhellt mit zwingender Gewißheit, daß der Boden in hohem Grade durch viele Maßnahmen der Wirtschaft beeinflusst werden muß, und daß hier Veränderungen eingeleitet werden können, die im Gegensatz zu den andern Wachstumsfaktoren von größter Tragweite und längster Dauer sein können. In einzelnen Fällen müssen sie fast irreversibel genannt werden. Die Sorge um den Boden und für den Boden ist daher auch in der Forstwirtschaft schon immer betont worden. Männer wie Gayer, Ramann u. a. haben die „Bodenpflege“ in der Forstwirtschaft längst als eine der wichtigsten Produktionsgrundlagen erkannt und bezeichnet. Es bleibt aber das unbestreitbare Verdienst Möllers und Wiebeckes, dieser Erkenntnis durch die fortreißende Kraft ihrer Gedankengänge und ihrer Beredsamkeit in ihren Schriften und Vorträgen

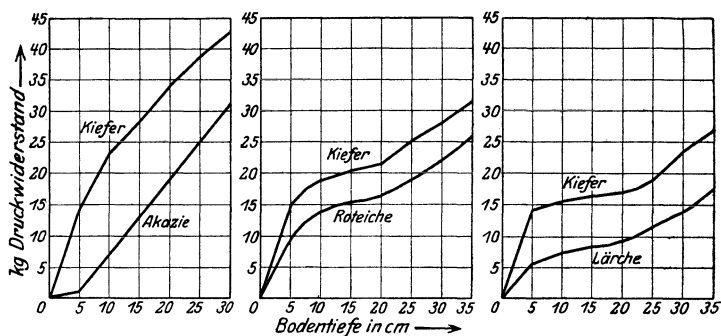


Abb. 81. Die Bodenlockerheit unter Akazie, Roteiche und Lärche im Vergleich zur Kiefer. Gemessen am Druckwiderstand bis zu 30–35 cm Tiefe mit der Meyenburgschen Bodensonde. Nach Albert und Penschuck.

über den Dauerwaldgedanken einen neuen und kraftvollen Anstoß gegeben zu haben.

Allerdings scheint bei kritischer Abwägung doch manches stark übertrieben. So z. B. die These Möllers: „Die Zuwachsleistung ist nicht durch die Bodenkraft, sondern durch die Wirtschaft bedingt, welche dem Boden erst Kraft verleiht oder entzieht²“. Und ähnlich bei Wiebecke: „Die Bodenbonität ist ein Erfolg des Waldes, der sich langsam die Güte des Bodens heranschuf.“ Beiden Sätzen liegt die Anschauung zugrunde, daß der Mineralstoffgehalt des Bodens überall genügt, um auch Höchstleistungen zu erzielen, und daß diese nur vom Humusvorrat und seinem Zersetzungsstand abhängen. Dafür aber sei allein die Art der Wirtschaft bestimmend, die durch Vermeidung von Kahlschlag, durch Erziehung ungleichaltriger Bestände, durch Holzartenmischung u. a. m. jenen guten Zustand hervorbringen könne, der bei „Stetigkeit des Waldwesens“ sich überall von selbst herstellen würde. Demgegenüber hat schon Ramann³ richtig darauf hingewiesen, daß auch in dem von der Wirtschaft unberührten Urwald in Nordamerika, Rußland und Sibirien geringe und arme Böden vorkommen, die auch

¹ Vgl. auch Bungert: Die Unterschiede schwerer und leichter Böden in physikalischer Beziehung und ihre Bedeutung für die waldbauliche Praxis. Forstarchiv 1925, H. 11.

² Möller: Der Dauerwaldgedanke, S. 30. Berlin 1922. — Wiebecke: Der Dauerwald, S. 18. 1920.

³ Ramann: Bodenkunde, 3. Aufl., S. 280.

entsprechend schlechte Bestände tragen. „Überall tritt auch hier die Abhängigkeit vom Boden hervor.“ Auch im Urwald des Nordens und Ostens treten auf weiten Strecken Rohhumusbildungen auf. Ja Hesselman¹ hat ihn sogar in dem bekannten Urwaldrest am Kubany in Böhmen an einer Stelle im Fichten- × Tannemischwald festgestellt. Die Auffassung Möllers und Wiebeckes, daß man durch Buchenunterbau u. a. m. auch den ärmsten und trockensten Sandboden, der bisher nur kümmerliche Kiefern trug, in hohem Maße verbessern könne — man rechnete mit Bonitätssteigerungen von 2 bis 3 Stufen —, ist nach den Untersuchungen von Wiedemann², Albert³ u. a. doch zweifellos übertrieben. Man kann wohl sagen: Eine starke Verschlechterung der natürlichen Bodenkraft ist in vielen Fällen leicht möglich, eine Verbesserung ist ungleich schwerer und auf viel geringeres Maß beschränkt!

Übertrieben oder zum mindesten unbewiesen ist auch die Behauptung von der grundsätzlichen Schädlichkeit des Kahlschlags für den Boden. Für viele Fälle mag sie zutreffen, z. B. für die schweren, leicht zu Verschlämmung und Verdichtung neigenden Böden oder für Böden mit tadelloser Mullbildung im lockren Bestandesschluß, die nach Kahlschlag dann eine unnötige und schädliche Verunkrautung erhalten. Für andere Fälle aber, wo schon im Bestand starke Vergrasung vorhanden ist oder starke Rohhumusdecken von Natur auftreten, dürfte die Frage ganz anders zu beurteilen sein. Es mehren sich in der neuesten Zeit die Untersuchungsergebnisse⁴, daß bei solchen Rohhumusansammlungen, die schon im Bestande auftreten, der Kahlschlag u. U. sogar förderlich wirken kann, indem die Nitrifikation und die Bakterientätigkeit danach stark ansteigen, während früher gerade umgekehrt behauptet wurde, daß das Bakterienleben absterben müsse. Man wird vorläufig auch derartige Ergebnisse nicht gleich verallgemeinern dürfen, sondern erst noch weitere Untersuchungen abwarten. Sicher ist aber durch alle bisherigen Untersuchungen schon erwiesen, daß jeder Eingriff in den Bestand durch die Veränderung von Wärme, Licht und Feuchtigkeit sofort auch auf die biologischen Verhältnisse zurückwirkt. Welches im einzelnen die Folgen für die verschiedenen Böden sind, muß erst noch genauer bestimmt werden.

Daß im übrigen eine richtige Holzartenmischung und geeigneter Schattholzunterbau in Lichtholzbeständen meist bodenpfleglich wirken, ist sicher. Man wird solche Maßnahmen daher immer und überall empfehlen können, wo sie möglich und wirtschaftlich durchführbar sind.

Ein höchst wichtiges Kapitel der Bodenbeeinflussung durch die Wirtschaft bildet die Bodenbearbeitung. Auch hier stehen sich in der Gegenwart noch recht auseinandergehende Anschauungen gegenüber. Sie werden aber erst im zweiten Teil dieses Buches bei der Technik des Waldbaus eingehender besprochen werden.

¹ Hesselman: Mitt. d. schwed. forstl. Versuchsanst. 1925, S. 510.

² Wiedemann: Die praktischen Erfolge des Kieferndauerwaldes.

³ Albert: Z. f. Forst- u. Jagdwes. 1924, S. 193ff.; 1925, S. 129ff.

⁴ Hesselman: Studien über die Humusdecke des Nadelwaldes. Mitt. d. schwed. forstl. Versuchsanst. 1926. — Ferner: Studien über die Entwicklung der Nadelholzpflanzen im Rohhumus. Ebenda 1927. — Wittich: Untersuchungen über den Einfluß intensiver Bodenbearbeitung. Dissert., Eberswalde 1926. — Wiedemann: Fichtenwachstum und Humuszustand. 1924.

15. Kapitel. Die inneren Anlagen. Arteigentümlichkeiten und Rassenbildung.

Allgemeine Gesetze der Erbllichkeit. So sehr auch die äußeren Faktoren das Wachstum und die Form der Pflanzen bestimmen, so bringt doch jede Pflanze auch eine innere Veranlagung mit, die der Entwicklung gewisse Grundlinien verleiht und ihr bestimmte Grenzen setzt, über die hinaus auch die äußeren Faktoren keine Veränderungen hervorzubringen vermögen. In der neueren Erbllichkeitslehre unterscheidet man nach Johannsen¹ den Typ, der nur durch die erblichen inneren Anlagen (Gene) bedingt ist, als Genotypus von dem ganzen, durch innere Veranlagung und äußere Einflüsse hervorgerufenen Phänotyp. Die Veränderungen durch die äußeren Faktoren, die nicht erblich sind, bezeichnet man als Modifikationen, und soweit sie durch den natürlichen Standort gegeben sind, auch wohl als Standortmodifikationen.

Was an der äußeren Erscheinungsform, am Phänotyp, auf rein innere Anlagen zurückzuführen ist, und was die äußeren Umstände bewirken, ist im Einzelfall ohne Vererbungsversuche und experimentelle Prüfung oft unmöglich zu entscheiden.

Ein sehr bezeichnendes Beispiel dafür hat Erwin Bauer gebracht. Kultiviert man von zwei konstanten Rassen der chinesischen Primel die eine weiß blühende bei 20 und 30°, so sind ihre Blüten in beiden Fällen weiß. Die andere Rasse aber blüht bei 20° rot, bei 30° aber auch weiß, um bei Erniedrigung der Temperatur auf 20° wieder rote Blüten hervorzubringen! Erblich ist also nicht die Blütenfarbe selbst, sondern nur die Anlage der einen Rasse, bei bestimmten Temperaturen rote, bei anderen weiße Blüten hervorzubringen, bei der anderen Rasse aber bei allen Temperaturen gleich weiß zu blühen.

Der Begriff, daß nicht die äußeren Merkmale selbst vererbt werden, sondern nur die Anlagen für die Reaktion auf bestimmte Außenbedingungen, ist heute grundlegend für die ganze Auffassung der Erbllichkeitsfrage geworden.

Trotz der Unsicherheit darüber, was an der äußeren Erscheinung, namentlich unter Verhältnissen der freien Natur, wirklich auf innere Anlagen zurückzuführen ist und was die äußeren Umstände bewirkt haben, kann man jedoch auch bei vorsichtiger Beurteilung durch vergleichende Beobachtung von Merkmalen, die sich unter den verschiedensten Verhältnissen wiederholen, doch annehmen, daß diese genetisch bedingt sind, während man andererseits bei solchen, die sich mit dem Wechsel äußerer Umstände verändern, im allgemeinen auf nicht erbliche Modifikationen schließen wird. Sicherheit gibt allerdings nur der exakt durchgeführte Versuch.

Man hat schon längst aus der Beobachtung heraus eine Reihe von solchen unter verschiedensten Verhältnissen gleichbleibenden und daher als erblich angesehenen Merkmalen zur Abgrenzung und Unterscheidung der Arten benutzt und sie als Artmerkmale bezeichnet. Es hat sich freilich bei feinerer Beobachtung herausgestellt, daß diese ursprünglichen sog. „guten Arten“ Linnés vielfach nicht die letzten genetischen Einheiten darstellen, sondern daß viele von ihnen noch in eine mehr oder minder große Zahl von Unterarten, Varietäten oder Rassen aufzulösen sind, die sich durch kleinere Abweichungen voneinander unterscheiden.

Eines der bekanntesten Beispiele bildet das sog. Hungerblümchen (*Draba verna*), das schließlich in weit über 100 sog. „kleine Arten“ aufgelöst werden mußte.

¹ Johannsen: Elemente der exakten Erbllichkeitslehre. Jena 1912.

Die letzten Einheiten mit ganz gleichen Erbanlagen werden heute nach Johannsen als sog. „reine Linien“ bezeichnet. Auch diese ergeben in ihren Nachkommenschaften niemals ganz gleiche Individuen, da immer mehr oder minder zufällige Unterschiede in den äußeren Faktoren die Gleichheit der Entwicklung stören. Züchtungsversuche mit solchen reinen Linien ergeben vielmehr bei genügend hoher Individuenzahl immer das Bild einer Variabilitätskurve, die große Übereinstimmung mit der sog. Zufallskurve zeigt, wie sie sich nach mathematischen Gesetzen eben unter der Einwirkung zufälliger Ursachen bei großen Zahlen bildet. Ordnet man z. B., wie Johannsen das getan hat, die Bohnen einer reinen Linie nach Größenstufen, so findet man immer für die mittlere Größe die höchste Zahl, nach oben und unten hin aber immer kleinere Zahlen (vgl. Abb. 82). Die vom Mittelwert (Standard) nach oben und unten abweichenden Individuen werden Plus- bzw. Minusvarianten genannt, der Größenabstand der äußersten Plus- und Minusvarianten bezeichnet die Variationsbreite der reinen Linie. Mischt man nun die Bohnen mehrerer Linien zusammen und ordnet sie wieder nach der Größe, so kann sich, wie das im obigen Versuch der Fall war, wieder das Bild einer regelmäßigen Variabilitätskurve ergeben, trotzdem kein erblich einheitliches Material mehr vorliegt, sondern ein Gemisch aus verschiedenen reinen Linien. Ein solches Gemisch nannte Johannsen eine „Population“. Bei allen Pflanzenbeständen mit großer Individuenzahl, die aus Fremdstäubung hervorzugehen pflegen, liegen wahrscheinlich trotz einheitlicher Variabilitätskurven nicht reine Linien, sondern Populationen vor. Auch unsre Waldbestände zeigen bei statistischen Aufnahmen von Höhe, Durchmesser u. a. regelmäßig solche Variabilitätskurven, sind aber wahrscheinlich auch nur Populationen.

Da innerhalb einer reinen Linie alle Varianten die gleichen Anlagen haben, so kann eine Auslese hier niemals einen Erfolg haben! Auch die größte Bohne aus der Linie *A* wird immer wieder eine Nachkommenschaft mit der gleichen Variationskurve *A* erzeugen. Liegt aber eine Population vor, so ist ein gewisser Züchtungserfolg möglich, indem beim Herausgreifen einer Bohne diese etwa der Linie *C* mit den

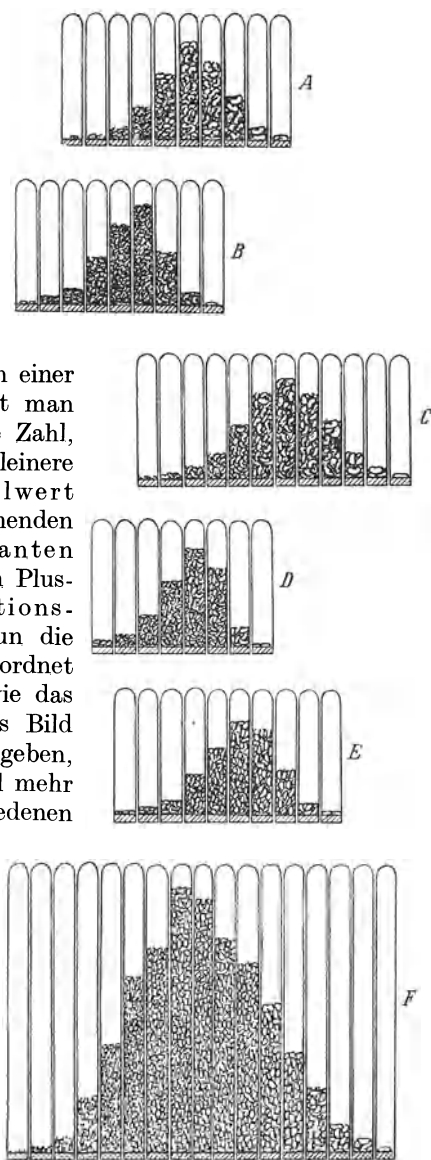


Abb. 82. Variabilität von 5 Linien der Feuerbohne (*A*, *B*, *C*, *D*, *E*) nach Größenklassen in Glasröhren geordnet. Jede gibt für sich das Bild einer Variabilitätskurve. Bei Durcheinandermischung der 5 Linien zu einer Population (*F*) ergibt sich aber wieder eine ähnliche Variabilitätskurve. Nach Johannsen.

relativ größten Individuen angehören kann. Die Nachkommenschaft wird dann ein anderes Bild, durchschnittlich größere Bohnen, zeigen können als vorher die ganze Population. Aber neue Eigenschaften oder Anlagen entstehen dabei nicht, es findet nur die Absonderung einer reinen Linie aus der Population durch die Auslese statt. Es ist das große Verdienst Johannsens, diese Verhältnisse durch zahlreiche Versuche klargestellt zu haben. Sie sind von grundlegender Bedeutung für alle Züchtungsversuche. Viele Züchtungserfolge sind nichts weiter als eine solche Auslese einer oder mehrerer reinen Linien aus einer Population. Sie haben also nichts Neues geschaffen. Reine Linien dürften im allgemeinen in der Natur nur bei Selbstbefruchtern auftreten. Bei obligaten Fremdbefruchtern, bei denen nur eine Befruchtung von einem Individuum zum andern Erfolg hat, können sowohl die Anlagen einer reinen Linie zusammentreffen, oder es können sich auch die Anlagen zweier verschiedenen Linien miteinander verbinden (Kreuzung). Man nennt solche Individuen, die die Anlagen zweier verschiedenen reinen Linien in sich vereinigen, Heterozygoten (auch Bastarde im weiteren Sinne) und im Gegensatz dazu Individuen mit den Anlagen nur einer Linie Homozygoten. Solche Bastarde und Bastardzüchtungen können durch Vereinigung verschiedener Anlagen von Vater und Mutter her (Kombination) wirklich neue Formen bilden. Es hat sich nun gezeigt, daß die einzelnen Anlagen sich getrennt vererben und verbinden können. Es kann also ein solcher Nachkömmling in bezug auf einzelne Anlagen heterozygotisch sein, in bezug auf andere dagegen homozygotisch. Man kann aber dem Bastard oft nicht einmal ansehen, ob er in seinen Anlagen rein oder unrein ist, da die Anlage des einen Elters herrschen, die des anderen zurücktreten kann, sodaß nach der Kreuzung sich nur das Merkmal des einen Elters zeigt. Man spricht dann von Dominanz der einen Anlage, die andere nennt man rezessiv. Jeder Bastard zeigt seine volle Bastardnatur nur in der ersten Generation. Kreuzt man Bastarde gleicher Veranlagung unter sich weiter, so kommen in der zweiten Generation schon wieder neben Bastardformen die ursprünglichen, reinen Elternformen heraus. Es tritt eine sog. Aufspaltung ein, die nach mathematischen Gesetzen wegen der doppelt so großen Wahrscheinlichkeit, daß die Anlage a des einen Elters sich mit b des andern verbindet, als a mit a und b mit b , das Verhältnis $a : ab : b = 1 : 2 : 1$ aufweist. Diese Gesetzmäßigkeit in der Bastardierung wurde zuerst von dem Augustinerpater Gregor Mendel in Brünn entdeckt¹, und man hat die Erscheinung nach ihm kurzweg „mendeln“ genannt. Kreuzt man aber den Bastard mit einem der beiden Eltern, etwa a (Rückkreuzung), so ist das Verhältnis in der Nachkommenschaft $a : ab = 1 : 1$. Immer also treten in den nachfolgenden Generationen die Elternformen wieder hervor, wenn die einmal entstandene Bastardform sich selbst überlassen bleibt und nicht immer wieder züchterisch durch Neukreuzung beeinflusst wird.

Eine dritte Art von Verschiedenheit unter den Individuen tritt mitunter plötzlich und mit sehr auffälligen Abweichungen vom Normaltyp bei Einzelpflanzen eines Bestandes auf, z. B. bei Bäumen Schlitzblättrigkeit, Buntfarbigkeit der Blätter, Hängeform der Zweige, Kugelform der Beastung u. a. m. Man spricht dabei von Mutationen, die sich vielfach vererben und damit eine Änderung der Erbanlagen zeigen. Über die Auffassung vom eigentlichen Wesen dieser Mutationen ist man sich noch nicht einig. Für die züchterische Praxis in Land- und Forstwirtschaft spielen sie kaum eine Rolle, eher in der Gärtnerei, wo solche abweichend geformten Pflanzen als Merkwürdigkeit einen gewissen Seltenheitswert besitzen.

¹ Später und unabhängig davon wurde die gleiche Entdeckung von Correns und von Tschermak gemacht und inzwischen durch eine Fülle von anderen und höchst verwickelten Beziehungen ergänzt.

Erblichkeit erworbener Eigenschaften, Akklimatisation. Die Frage, ob die äußeren Umstände nicht unter Umständen doch auch einen abändernden Einfluß auf die Erbanlagen gewinnen können, im weiteren Sinne also die Frage der Vererbung erworbener Eigenschaften, ist heute noch immer umstritten. Die Mehrzahl der Vererbungsforscher lehnt sie ab. Auch diejenigen, die auf Grund mancher, sonst schwer erklärbarer Tatsachen für eine solche Möglichkeit eintreten, halten sie doch nur unter ganz besonderen Bedingungen für möglich, z. B. bei sehr langer, generationenweiser Einwirkung oder bei Einwirkung in besonders empfänglichen Entwicklungszuständen, z. B. bei Bildung der Fortpflanzungs- oder Keimzellen. In vielen Fällen kann man jedenfalls auch bei generationenlanger Dauer keine erbliche Beeinflussung durch äußere Umstände feststellen, selbst wo eine solche zweckmäßig wäre. So findet z. B. beim Anbau von Pflanzen in andern Klimatalagen eine Akklimatisation im erblichen Sinne bei der Nachkommenschaft nicht statt. H. Mayr hat schon darauf hingewiesen, daß die bei uns durch Jahrhunderte hindurch angebauten und durch hier gewonnenen Samen weitergezüchteten Gleditschien, Akazien und Nußbäume ihre aus der wärmeren Heimat mitgebrachte Frostempfindlichkeit noch in keiner Weise abgeändert haben.

In anderen Fällen aber finden sich doch deutliche Akklimatisationsercheinungen. So verlängern manche unserer winterkahlen Laubhölzer, z. B. die Eiche, wenn sie in die Tropen verpflanzt werden, ihre Vegetationszeit allmählich immer mehr, so daß sie schließlich fast immergrün werden. Das kann aber nur eine Reaktion auf die veränderten Außenbedingungen sein, ohne daß die Erbanlagen selbst verändert worden sind. Eine erbliche Beeinflussung in der Richtung, daß nun die Nachkommen solcher Pflanzen, z. B. bei Rückversetzung in ihr Heimatsklima, eine veränderte Periodizität zeigen, ist bisher nicht nachgewiesen worden.

Die Waldbestände nach ihrer inneren Veranlagung. Die Frage, was die Bestände unsrer Baumarten in Hinsicht auf ihre innere Veranlagung eigentlich sind, ob reine Linien oder Gemische reiner Linien oder Bastarde solcher in mendelnder Aufspaltung, ist nicht mit Sicherheit zu beantworten, da die experimentelle Klärung wegen des späten Eintritts der Mannbarkeit und der Unzugänglichkeit der Blüten gerade bei den Waldbäumen dem größten Widerstand begegnet.

Im allgemeinen neigt man dazu, nach Analogie von andern windblütigen Fremdbestäubern, z. B. Wiesengräsern, züchterisch nicht beeinflusstem Getreide u. a. m., auch die Waldbestände für bunte Mischungen von mehr oder minder reinen Linien mit Bastarden (Populationen) anzusehen.

Ob aber die Bestäubungsverhältnisse im Waldbestand wirklich so ähnlich sind wie in einer Wiese oder in einem Getreidefeld, erscheint doch noch etwas fraglich. Schon die Trennung der Geschlechter nach männlichen und weiblichen Blüten, auch deren oft recht getrennte Verteilung am Baume, kann hier neben anderen Befruchtungsbiologischen Verhältnissen doch ganz wesentliche Unterschiede bedingen.

Trotz der Unsicherheit in diesen Fragen können wir aber doch eine ganze Reihe von Merkmalen, die unter den verschiedensten Verhältnissen immer wiederkehren, als erblich bedingt ansehen. Das gilt vor allem für diejenigen Merkmale, denen wir bei einer und derselben Art immer wieder begegnen, und die wir als Arteigenschaften auffassen dürfen. Zeigen sich dagegen innerhalb einer Art Abweichungen vom Normaltyp, die man nicht auf äußere Umstände zurückführen kann, so wird man zunächst auf das Vorliegen besonderer Linien oder Liniengruppen (Varietäten, Rassen, Sorten) schließen dürfen. Man muß sich dabei nur immer klar sein, daß das so lange eine Annahme bleibt, bis man den exakten Nachweis der Erblichkeit erbracht hat.

Innere Veranlagung der einzelnen Arten. Unter den Art- und Rasseeigenschaften spielen nun gerade eine Reihe von Eigentümlichkeiten der Stamm-,

Kronen- und Wurzelform eine wichtige Rolle im Walde, wobei die Stammformen meist nur technische Unterschiede bedingen, während die Kronen- und Wurzelformen vor allem ökologische Unterschiede hervorrufen.

So zeichnen sich z. B. die Stämme aller unserer Nadelholzarten durch einen geraden und langen bis zur Spitze durchlaufenden Stamm aus, der sie vorzüglich zur Verwendung als Langnutzholz geeignet macht. Bei Lärche, Fichte und Tanne gilt das bis ins hohe Alter. Die Kiefer neigt dagegen in ihrem nord- und noch mehr im westdeutschen Verbreitungsgebiet mit zunehmendem Alter zu einer Auflösung des Schaftes in Seitenäste. In andern Gegenden (Gebirge und Nordeuropa) behält sie den durchlaufenden Schaft bis ins hohe Alter bei. Man sieht dies daher als Folge einer besonderen Rassenbildung an, zumal da vergleichende Anbauversuche eine gewisse Erblichkeit zu zeigen scheinen (vgl. S. 208). Von den Laubhölzern hat nur die Schwarzerle eine lang durchlaufende Stammbildung. Alle anderen besitzen kürzere Schäfte, die sich verhältnismäßig tief in Seitenäste auflösen. Die kürzeste und meist krümmste Schaftbildung haben unsre Weiden, in geringerem Grade auch Akazie, Aspe, Birke und Hainbuche. Aber auch für diese gilt, daß sie in anderem Klima längere und geradere Stammformen bilden, z. B. die Akazie in Ungarn und Rumänien, Aspe, Birke und Hainbuche dagegen im Norden, schon von Ostpreußen an. Da vergleichende Anbauversuche bei diesen Holzarten fehlen, kann man über die innere Natur dieser Abweichungen hier nichts aussagen.

Auch in der Beastung finden sich starke Unterschiede zwischen den Nadelhölzern einerseits und den Laubhölzern andererseits. Am schwächsten und feinsten beastet ist unter den ersteren im allgemeinen die Lärche, dann die Fichte und Tanne, am stärksten dagegen die Kiefer. Unter den Laubhölzern zeigen die feinste Beastung die Schwarzerle und Birke. Im Gegensatz dazu stehen besonders die Eichen, vor allem die Stieleiche. Die Traubeneiche zeigt meist etwas schwächere Äste. Es ist aber sehr unsicher, ob das nicht vielfach nur auf äußere Umstände zurückzuführen ist (Aufwachsen der Stieleiche in früherem Freiland in sog. Mittelwaldungen [Teil II, Kap. 19] u. a. m.). Die Äste der Rotbuche strahlen deutlich besenartig von einem Mittelpunkt auseinander, ähnlich bei der Birke, während die der übrigen Laubhölzer stärker abgespreizt von verschiedenen Punkten ausgehen.

In Zusammenhang mit der Beastung steht dann auch die Form der Krone. Sie ist bei den Nadelhölzern kegelförmig und läuft nach oben in eine scharfe Spitze aus. Fichte und Lärche zeigen diese Form bis ins höchste Alter. Bei der Tanne stumpft sich die Spitze später ab, indem der Höhentrieb in seinem Wachstum gegenüber den obersten Seitentrieben nachläßt, so daß es zur Bildung eines Horstes oder sog. Storchnestes kommt. Am stärksten wölbt sich die Krone der Kiefer im hohen Alter ab, aber auch hier verschieden nach Klimagebieten: am meisten in Südwestdeutschland, wo sie z. T. geradezu schirmartig wird, weniger im Gebirge und im Norden, wo sie bis ins Alter hinein mehr schlanken, fichtenartigen Habitus behält (vgl. Abb. 83 u. 84). (Über die auch hier zu vermutende erbliche Veranlagung vgl. S. 217 u. Abb. 102.) Die Laubhölzer, die in der Jugend immerhin noch eine unregelmäßige stumpfkegelförmige oder doch nach oben verschmälerte Krone zeigen, runden diese schon frühzeitig mehr und mehr ab und zeigen im Alter meist eine halbkugelige Form.

Über die Größe der seitlichen Ausladung nach innerer Veranlagung besitzen wir leider keine genügenden Unterlagen, da die Bäume im Bestand sich gegenseitig immer einengen und es nur an Waldrändern oder breiten Wegen zur einseitigen vollen Ausbreitung der Krone kommt. Im allgemeinen dürften die Eichen aber die breiteste Ausladung haben, Birken und Lärchen die geringste.

Bei der Wurzel Ausbildung unterscheiden wir 3 Typen: die Pfahlwurzler, bei denen eine oder mehrere rüben- bis pfahlartige Hauptwurzeln in große Tiefe gehen, während die Hauptseitenwurzeln mit ihren Nebenwurzeln mehr wagerecht in der Oberflächenschicht verlaufen. Hierzu gehört vor allem die Kiefer, die häufig neben der Hauptpfahlwurzel sogar noch einige kürzere Nebenpfahlwurzeln in die Tiefe schickt, ferner die Eiche und schon weniger ausgeprägt die Buche. Den Gegensatz dazu bilden die Flachwurzler, bei denen keine eigentliche Hauptwurzel gebildet wird und alle Seitenwurzeln strahlenförmig und in der Mehrzahl wagerecht unter der Oberfläche entlang streichen (Wurzeltellerbildung). Hauptvertreter hierfür ist die Fichte, auch Birke und Hainbuche stehen diesem Typ vielfach nahe. Die dritte und häufigste Form ist die der sog. Herzwurzler, bei denen von einem Knotenpunkt, dem Wurzelherz aus, zahlreiche Seitenwurzeln nicht nur wagerecht, sondern auch



Abb. 83. Südwestdeutsche Tieflandskiefern mit typischen Schirmkronen und teilweise krummen Stämmen, Alte Überhalter b. Kaiserslautern i. d. Pfalz. Nach Münch.



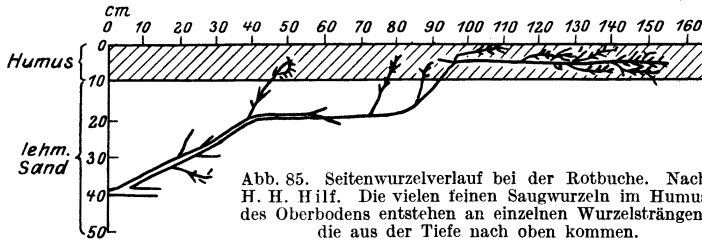
Abb. 84. Ostpreußische Kiefern, schmalkronig, feinastig und geradschäftig. 170jähr. Bäume über 30 m, 49 cm Durchm. (Gräfl. Dohnascher Forst Finkenstein im ostpreuß. Oberland.) Nach Münch.

schräg abwärts in die Tiefe laufen. Hierher gehören, soweit die Wurzelbildung überhaupt bekannt ist, alle übrigen Holzarten, besonders Tanne und Buche. (Beide haben übrigens in der ersten Jugend noch eine ausgesprochene Pfahlwurzel, die aber dann nicht weiterwächst und sich zur Herzwurzel umbildet. Wahrscheinlich gilt das auch noch für mehrere andere Arten.)

Auch die Seitenbewurzelung unserer Waldbäume scheint trotz der großen Unregelmäßigkeit in der Zahl und der Richtung der verschiedenen Wurzeln doch auch gewissen inneren Veranlagungen nach 2 Haupttypen zu folgen, die Büsgen¹ als Extensiv- und Intensivsystem bezeichnet hat. Bei dem ersteren finden sich verhältnismäßig lange und wenig verästelte Wurzelzweige — hierher gehört

¹ Büsgen: Bau und Leben der Waldbäume. Flora 1905, Erg.-Bd.

z. B. die Esche und Erle —, bei dem letzteren verhältnismäßig kürzere, aber dicht mit Saugwürzelchen besetzte Seitenwurzeln, wie z. B. bei Buche, Eiche und Birke. Bei der Buche stellte Hilf¹ die sehr eigenartige Erscheinung fest, daß die schräg abwärts verlaufenden Seitenwurzeln Abläufer nach oben senden, die dann in der humosen Schicht sehr dicht verzweigte Saugwurzelbüschel entwickeln (vgl. Abb. 85). Ob dieser bisher unbekannte Typ auch noch bei anderen Baumarten auftritt, bedarf noch der Untersuchung.



Die äußeren Einflüsse (Modifikationen). Alle vorgenannten Erscheinungsformen in Stamm, Krone, und Wurzel, die wir als innerlich bedingte

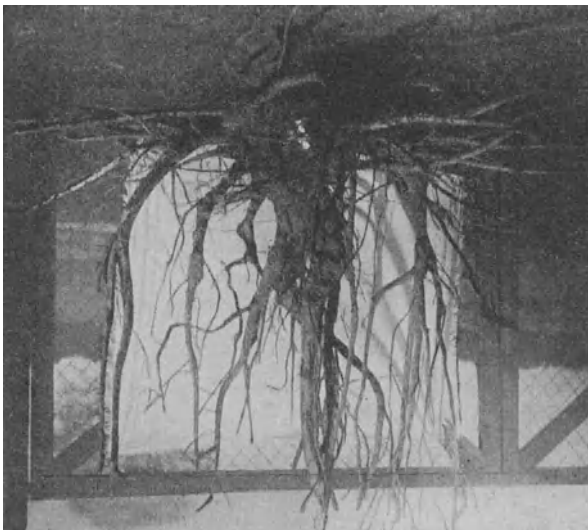


Abb. 86. Kieferbewurzelung auf kräftigem Spatsand. Reiche Seitenbewurzelung mit zahlreichen Abläufern in die Tiefe.
Phot. H. H. Hilf.

Arteigentümlichkeit ansehen, unterliegen aber bei den verschiedenen Holzarten in mehr oder minder starkem Maße dem umformenden Einfluß äußerer Faktoren. Die Geradheit und Länge des Schaftes wird besonders durch Windwirkung verändert. Hierauf wird in vielen Fällen die einseitige Stammkrümmung vieler Lärchen (sog. Säbelwuchs) zurückgeführt, auch die Douglasie zeigt vielfach ähnliche, wenn auch meist schwächere Krümmungen. In sehr windausgesetzten Örtlichkeiten zeigt auch die Kiefer und die Buche oft mehrfach gekrümmte bis

korkzieherartig gewundene Stämme. Fichte und Tanne behalten dagegen auch in solchen Fällen ihren geraden Stamm bei (vgl. dazu Abb. 63—65). Wie also den einzelnen Arten hier eine erblich verschiedene Widerstandsfähigkeit nach dieser Beziehung innewohnt, so könnte das auch innerhalb der gleichen Art natürlich bei verschiedenen Rassen der Fall sein. (So wird z. B. für die Säbelwüchsigkeit der Lärche angenommen, daß sie rassenweise verschieden sein soll. Doch ist ein überzeugender Beweis dafür, etwa durch vergleichsweisen Anbau auf windausgesetzten Orten, noch nicht erbracht worden.)

¹ Hilf, H. H.: Studien über die Wurzelausbreitung von Fichte, Buche und Kiefer. Dissert., Hannover: Verlag Schaper 1927.

Auch die Kronenform unterliegt vielen Änderungen durch äußere Einflüsse. Hier spielt neben dem Wind das Licht eine besondere Rolle. Bei allen im vollen Freistand erwachsenen Bäumen wird das Umrißbild der Krone immer viel breiter und abgestumpfter, einseitige Belichtung bildet auch einseitig entwickelte Kronenformen aus u. a. m. Dagegen dürfte in dem Auftreten besonders schmaler und spitzer Kronen bei der Kiefer und besonders der Fichte im Norden und im Gebirge wieder mehr innere Veranlagung die Ursache sein, da diese Formen sich unabhängig von verschiedenen Belichtungsgraden in den betreffenden Gebieten sehr häufig und ausgeprägt zeigen.

Die Wurzelbildung wird in weitgehender Weise durch die Bodenbeschaffenheit beeinflusst. Auf flachgründigen Böden und bei hohem Grundwasserstand kann sich natürlich keine Pfahlwurzel ausbilden. Auch die Kiefer wird dann zum Flachwurzler. Untersuchungen haben aber gezeigt, daß auch noch feinere Bodenunterschiede hier starke Veränderungen des ganzen Wurzelsystems hervorrufen können.

So fand Hilf bei der Kiefer auf feinkörnigen, humosen Spatsanden einen sehr reichen Wurzeltyp mit vielen Nebenpfahlwurzeln und dichter Ausfüllung des ganzen Raumes zwischen diesen und der Oberfläche (Abb. 86), bei geringeren Beckensanden waren nur wenig Nebenpfahlwurzeln entwickelt und der Achselraum zwischen horizontalen Seiten- und Pfahlwurzeln schon recht leer, am dürrtigesten aber war die Seitenbewurzelung bei Kiefern auf trockenem, humuslosem Ödland (Abb. 87).

Andererseits kann auch die Fichte auf trockenen humosen Sandböden und auf lockeren, milden Lehm Böden durch die Bildung von zahlreichen Abläufern, die von den horizontalen Seitenwurzeln bis 1 m tief nach unten gehen, ihren Charakter als Flachwurzler ganz verlieren (Abb. 88), den sie am stärksten auf oberflächlich vernäbten Böden zeigt (Abb. 89). (Ähnliche Modifikationen der Wurzelbildung wurden auch noch von anderer Seite und bei anderen Holzarten festgestellt¹.)

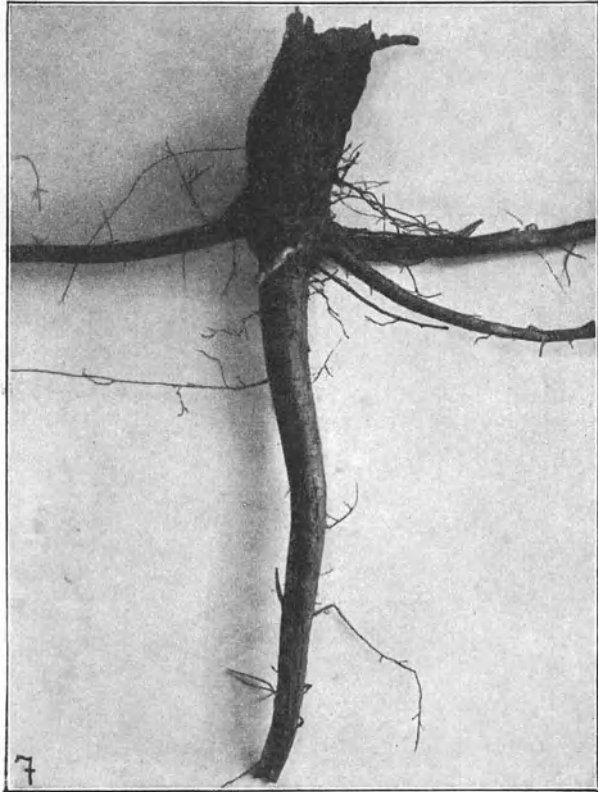


Abb. 87. Kiefern bewurzelung auf armem Sandboden (Ödland). Wenige, weitstreichende Hauptwurzeln, dürftige Faserwurzelbildung. Phot. H. H. Hilf.

¹ Vater: Die Bewurzelung der Kiefer, Fichte und Buche. Tharandter forstl. Jb. 1927, S. 65 ff. — Groth: Die Wurzelbildung der Douglasie. Allg. Forst- u. Jagdztg. 1927, S. 186.

Klimarassen (Provenienzfrage). Unterschiede in der Schaftbildung in verschiedenen Gegenden waren es, die schon frühzeitig die Aufmerksamkeit der

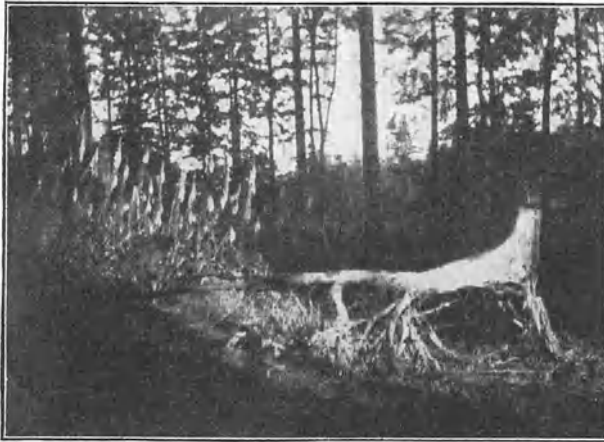


Abb. 88. Tiefgehende Bewurzelung der Fichte auf lockerem Lehmboden. Reiche Abläuferbildung. Phot. H. H. Hilf.



Abb. 89. Flache Tellerwurzelbildung bei der Fichte auf nassem, flachgründigem Boden. Phot. H. H. Hilf.

Forstleute erweckten und eine verschieden innere Veranlagung nach dieser Beziehung vermuten ließen. Mehr oder minder im Zusammenhang damit hat sich dann die wichtige Frage der Rassenbildung bei unseren Waldbäumen überhaupt und die Frage der Herkunft des Saatgutes, die Provenienzfrage, entwickelt.

So war es u. a. die im Holzhandel berühmte Geradschäftigkeit der baltischen Kiefer (Rigakiefer), die schon im Anfang des 18. Jahrhunderts den französischen Dendrologen Vilmorin veranlaßte, auf seinem Gut Les Barres vergleichende Anbauversuche mit Samen von dieser Rigakiefer und aus einigen anderen Gegenden (Elsaß und Frankreich) auszuführen. Der besonders gerade Wuchs der Rigakiefer gegenüber den anderen wurde hierbei schon damals als erblich erkannt. Fortlaufende Berichte und Messungen über diesen Versuch liegen leider nicht vor. Heute sind die betreffenden Bestände schon wieder abgetrieben. Jedenfalls sind die Versuche von Vilmorin zunächst nicht weiter verwertet worden.

Von ganz anderen Gesichtspunkten aus nahm Kienitz¹ im Jahre 1879 eine Untersuchung von Saatgut einzelner Waldbäume aus klimatisch verschiedenen Gegenden Mitteleuropas vor. Er prüfte dabei ihre Keimung unter verschiedenen Temperaturen und fand je nach dem Herkunftsgebiet ein deutlich anderes Verhalten. Er ist wohl der erste gewesen, der schon damals vor unterschiedsloser Ver-

¹ Kienitz, M.: Vergleichende Keimversuche mit Waldbaumsamen aus verschiedenen Gegenden Mitteleuropas in Müller, N. J. C.: Botanische Untersuchungen Bd. 2, H. 1. 1879.

wendung von Saatgut aus stark abweichenden Klimagebieten gewarnt hat. Später hat dann Cieslar¹, durch die Ergebnisse von Kienitz angeregt, in den achtziger Jahren des vorigen Jahrhunderts vergleichende Anbauversuche mit österreichischem und schwedischem Kiefern- und Fichtensamen gemacht und aus ihrem verschiedenen Wuchsverhalten bei sonst gleichen Bedingungen zuerst den Schluß gezogen, daß hier erbliche Verschiedenheiten, „Klimavarietäten“, vorliegen müßten. Wenig später, im Jahre 1890 auf dem Internationalen Kongreß für Land- und Forstwirtschaft in Wien, hat er daraufhin bereits den Gedanken einer „forstlichen Zuchtwahl“ entwickelt.

Einen mächtigen Anstoß bekam die ganze Frage aber erst durch die schlechten Erfahrungen, die man auf den Kiefernkulturen in Norddeutschland in einzelnen Jahren beim Ankauf von Saatgut aus westdeutschen Klengen gemacht hatte, die ihre Zapfen verschiedentlich auch aus dem Ausland, besonders aus Frankreich, bezogen hatten. Wo daneben Kulturen mit einheimischem Saatgut ausgeführt waren, zeigte sich oft der schroffste Gegensatz durch befriedigenden Stand der einheimischen gegenüber den vollständig mißlungenen Flächen aus angekauftem Samen.

Im Jahre 1900 setzte dann der Internationale Verband der forstlichen Versuchsanstalten die Untersuchung der Herkunfts- (Provenienz-) Frage auf sein Arbeitsprogramm, und eine große Anzahl von vergleichenden Anbauversuchen in allen möglichen Ländern Europas wurde angelegt.

Provenienzversuche. Wir wollen nun zunächst eine Übersicht über die Ergebnisse dieser vergleichenden Anbauversuche geben, wobei hier nur das Hauptsächlichste und Wichtigste herausgegriffen werden kann und im übrigen auf die reiche darüber entstandene Literatur hingewiesen werden muß.

1. Kiefer. a) Höhenwuchs. Für die Kiefer hat Schott² Anbauversuche mit Samen aus mehreren Ländern an drei klimatisch verschiedenen Orten der Pfalz angestellt. Die Herkunftsorte waren: Finnland, südfranzösisches Zentralgebirge, Westungarn, Belgien und Pfalz. Im 4jährigen Alter zeigten sich bereits erhebliche Höhenunterschiede. Alle drei Versuchsflächen (I = Rheinebene, II = Pfälzer Mittelgebirge-Hochebene und III = Tallage) zeigten annähernd die gleiche Abstufung, nämlich in Prozenten der einheimischen Herkunft:

Fläche	Höhenwuchs der Herkünfte:				
	Pfalz	Belgien	Westungarn	Südfrankreich Gebirge	Finnland
	%	%	%	%	%
I	100	106	60	50	30
II	100	96	64	54	31
III	100	96	69	46	31

In der Schweiz hat Engler dann mit Kiefern Saatgut aus verschiedenen Höhenlagen der Alpen, sowie mit solchem aus Südfrankreich (1100 m), aus Elsaß-Lothringen, Belgien, dem Baltikum, Rußland (Gouv. Perm), Schweden und Norwegen und Schottland vergleichende Versuche auf vielen Flächen von sehr verschiedener Höhenlage (370—1980 m) angestellt. Aus dem sehr umfangreichen Zahlenmaterial ergibt sich in bezug auf die Wuchsleistungen und die Wuchsformen, daß die erreichten Höhen im 7jährigen Alter im allgemeinen um so geringer waren, je höher oder nördlicher gelegen der Herkunftsort des Samens war. Im einzelnen fanden sich freilich noch manche Ausnahmen. Die aus dem Tiefland stammenden Samen zeigten in hoch gelegenen Versuchsflächen zwar teilweise rascheren Wuchs, litten aber durch Schnee und Gipfeldürre und nahmen allmählich immer mehr schlechte Formen an. Umgekehrt zeigten die aus alpinen Standorten stammenden Kiefern in den Tieflagen die kleinsten und schlecht geformtesten Pflanzen.

¹ Cieslar: Über den Einfluß des Fichtensamens auf die Entwicklung der Pflanzen nebst einigen Bemerkungen über schwedischen Fichten- und Weißföhrensamen. Zbl. f. d. ges. Forstwes. 1895, S. 7.

² Schott: Forstwiss. Zbl. 1904, S. 123ff.; 1907, S. 199ff.

Das größte Interesse aber bieten die auf Anregung der Versuchsanstalten an verschiedenen Orten in Europa mit gleichem Saatgut ausgeführten Anbauversuche der Kiefer aus dem Jahre 1907¹.

Die verschiedenen Provenienzen sind in der folgenden Tabelle auf den einzelnen Versuchsflächen der mittleren Höhe nach absteigend geordnet.

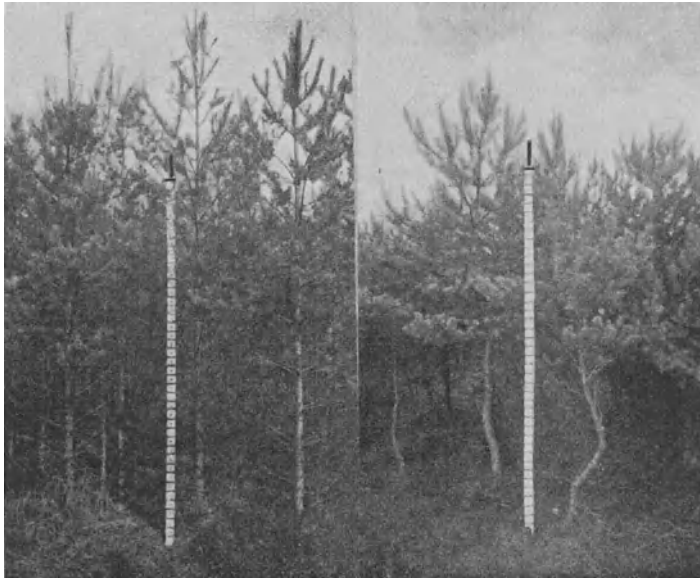
Lage der Versuchsfläche (Jahr der Aufnahme und Alter); Höhe in cm.
(Die Höhen sind Bestandesmittelhöhen bis auf Tharandt, wo die mittleren Bestandesoberhöhen gemessen wurden.)

Hessen		Tharandt (1921 - 14jähr.)	Chorin (1919 - 13jähr.)	Holland (1920 - 10jähr.)	Schweden	
I. Schiffenberg bei Gießen (1922 - 15jähr.)	II. Raunheim (Rheinebene) (1920 - 13jähr.)				57,5° n. Br., 180 m Seehöhe (1914 - 7jähr.)	63° n. Br., 350 m Seehöhe (1914 - 7jähr.)
Belgien . 472	Pfalz . . . 312	Belgien . 445	Ostpreu- ßen . . . 301	Belgien . 344	Ostpreu- ßen . . . 81	Branden- burg . . . 38
Pfalz . . . 452	Belgien . 302	Ostpreu- ßen . . . 423	Branden- burg . . . 295	Pfalz . . . 342	Kurland . 79	Kurland . 37
Schott- land . . . 425	Ostpreu- ßen . . . 249	Schott- land . . . 363	Belgien . 254	Branden- burg . . . 288	Ural (Perm) . . 73	Pfalz . . . 36
Ural (Perm) . 420	Kurland . 225	Kurland . 356	Pfalz . . . 220	Ostpreu- ßen . . . 253	Branden- burg . . . 66	Belgien . . 35
Branden- burg . . . 389	Schott- land . . . 185	Branden- burg . . . 351	Kurland . 195	Kurland . 238	Pfalz . . . 66	Ostpreu- ßen . . . 34
Kurland . 367	Frank- reich . . 166	Pfalz . . . 346	Ural (Perm) . 174	Frank- reich . . 176	Pfalz . . . 66	Schott- land . . . 64
Frank- reich . . 363	(Brandenburg auf Flug- sandstelle, durch Dürre vernichtet.)	Ural (Perm) . 309	Schott- land . . . 161		Schott- land . . . 64	Schott- land . . . 24
Ostpreu- ßen auf zu nas- sem Standort 262	Die ganze Fläche durch Waldbrand 1921 ver- nichtet.	Frank- reich . . 309	Frank- reich . . 150 (vgl. dazu Abb. 90)		Frank- reich . . 52	Frank- reich . . 19

Über den Herkunftsort ist noch zu sagen: Das belgische Saatgut ist nicht autochthon, der Mutterbestand ist aus eingeführtem Saatgut entstanden, dessen Herkunft nicht mehr festzustellen war. Die übrigen Provenienzen dürften aber einwandfreien Ursprungs sein. Alle stammen aus geringen Höhenlagen, mit Ausnahme der französischen, die von 1140 m Höhe, also aus einem entsprechend kühlen Gebirgsklima, kommt (Jahrestemperatur 5,6°, Julimittel 13,4°, etwa entsprechend dem Thüringer Wald bei 800—900 m Höhe). Der Standort der Permer Provenienz liegt schon jenseits des Ural in 300 m Höhe, in einem extrem kontinentalen Klima mit sehr geringen Niederschlägen.

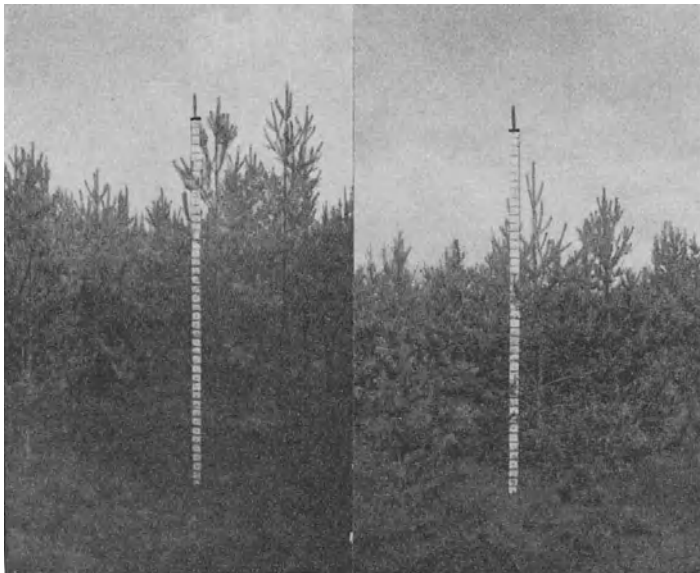
Vergleicht man die nach 7—15 Jahren erreichten Durchschnittshöhen, so zeigen sich überall sehr bedeutende Unterschiede. Die besten Provenienzen haben fast überall die doppelte Länge erreicht wie die schlechtesten. Die Reihenfolge an den einzelnen Versuchsorten ist aber recht verschieden. Im allgemeinen kann man aber sagen, daß die Ergebnisse um so schlechter sind, je verschiedener das Klima des Herkunftsortes von dem des Anbauortes war. (Einzelne Ausnahmen sind durch offenbare Versuchsfehler [z. B. für die Ostpreußen und Brandenburger in Hessen] zu erklären.) Sehr auffällig ist die gleichmäßig schlechteste Stellung der französischen Gebirgskiefer, von der man mindestens in Schweden (letzte Spalte) bessere Ergebnisse als etwa von den Pfälzern hätte erwarten müssen. Auch sonst finden sich noch manche nicht recht

¹ Wir entnehmen die folgende Zusammenstellung der Ergebnisse, soweit sie bisher veröffentlicht wurden, einem Vortrag von König in einer Versammlung des Deutschen Reichsforstwirtschaftsrates (Mitt. d. Reichsforstwirtschaftsrates 1927, Nr. 21). Im übrigen vgl. dazu: Schotte: Mitt. d. Kgl. schwed. forstl. Versuchsanst., 1915, H. 11. — Kienitz: Z. f. Forst- u. Jagdwes. 1922, S. 65. — Wimmer: Forstwiss. Zbl. 1924, S. 534. — Groß: Anbauversuch in Tharandt (Mitt. d. Sächs. forstl. Versuchsanst. 1925.)



Ostpreußen.

Pfalz.



Schottland.

Frankreich.

Abb. 90. Vier verschiedene Kiefernherkünfte auf der Choriner Versuchsfläche. Alter 18jährig. Aufnahme in gleichem Maßstab. Meßstock 4 m hoch. Man beachte die verschiedene Durchschnittshöhe. Aufn. von Dengler.

erklärliche Unregelmäßigkeiten, die auf Ungleichheiten im Boden und in der Lage der einzelnen Parzellen und andere Fehler zurückzuführen sein mögen. (So wird für die Tharandter Fläche z. B. angegeben, daß die Brandenburger und

Permer durch Seitenschatten des benachbarten Altholzes gelitten haben!) Am gleichmäßigsten dürften wohl die Verhältnisse auf der Choriner Fläche liegen, die daher als besonders wertvoll gelten muß. Eine vergleichende Aufnahme im 18j. Alter gibt die Abb. 90. Sie konnte nur unter großen Schwierigkeiten von der schmalen, mittleren Trennungslinie der Parzellen aufgenommen werden, gibt aber doch einigermaßen richtig den Durchschnitt wieder.

Neben der verschiedenen Höhenentwicklung sind aber noch einige andere sehr bemerkenswerte Erscheinungen beobachtet worden.

b) Geradschäftigkeit: In Tharandt wie in Chorin fallen besonders die Kurländer, Permer und Ostpreußen durch ihren geraden Wuchs auf, auf der anderen Seite die Pfälzer durch sehr krumme, oft geradezu korkzieherartig gewundene Stämme. (Vgl. auch die vorstehende Abbildung.)

Eine Neuaufnahme der Choriner Fläche vom Jahre 1927 durch die Preußische forstliche Versuchsanstalt, deren Ergebnisse mir freundlicherweise zur Verfügung gestellt wurden, ergaben bei Auszählung folgenden Anteil der verschiedenen Provenienzen nach Geradschäftigkeitsstufen:

	a	b	a + b	c	d	c + d
	ganz gerade	schwache Krümmungen	%	starke Krümmungen	ganz unbrauchbar	%
1. Perm	35	59	94	6	—	6
2. Ostpreußen . .	19	60	79	17	4	21
3. Kurland	14	59	73	21	6	27
4. Brandenburg . .	13	55	68	29	3	32
5. Schottland . .	2	53	55	54	1	55
6. Frankreich . .	3	29	32	53	15	68
7. Belgien	—	31	31	60	9	69
8. Pfalz	1	15	16	68	16	84

Die geringe Geradschäftigkeit der belgischen Fläche, die aus den obigen Zahlen hervorgeht, ist weder Kienitz noch mir, die wir als Revierverwalter von Chorin die Versuchsfläche oft begangen haben, derartig aufgefallen. Dagegen stimmen die übrigen Zahlen vollständig mit unserer Schätzung überein.

c) Winterverfärbung (vgl. S. 173). Diese wurde von Kienitz¹ in den ersten Jahren sorgfältig beobachtet und auch durch farbenphotographische Aufnahmen festgelegt. Sie zeigte sich am stärksten bei den Permern, dann bei den Kurländern und Ostpreußen, während Schotten und Franzosen ganz frisch grün blieben. Die aus dem Norden und Osten stammenden Herkünfte zeigten also eine auffallend starke Verfärbung, während sie bei den westlichen fehlte.

Dies stimmt auch ganz mit Beobachtungen Englers überein, der noch zeigen konnte, daß die Verfärbung nur eine Kältereaktion ist, da sie bei Pflanzen, die ins Gewächshaus genommen wurden, in wenigen Tagen verschwand. Wenn man dabei allerdings in dem unterschiedlichen Verhalten der Herkünfte eine Anpassung an das heimische Winterklima sehen will, wie Kienitz und Engler das tun, so bildet die französische Kiefer doch eine bemerkenswerte Ausnahme. Denn sie hat in ihrer Heimat in 1100 m immerhin einen Winter mit einer Januartemperatur von -1° und mittlerem Minimum von -15° , was etwa der pommerschen Küste entspricht. Möglicherweise bedingt die stärkere Bereifung ihrer Nadeln (Wachsausscheidung) hier eine Ausnahme.

d) Krankheitserscheinungen. Besonders wichtig war hier das Verhalten gegen die Schütte. Es zeigten sich auch dabei recht bedeutende Unterschiede, aber die Beobachtungen stimmen nicht überein, was wohl teilweise an dem zufälligen Fehlen von Infektionsmöglichkeit gelegen haben mag. In Chorin

¹ Kienitz: Ergebnis der Versuchspflanzungen von Kiefern verschiedener Herkunft in Chorin. Z. f. Forst- u. Jagdwes. 1922, S. 65ff.

haben besonders die französischen Kiefern durch Schütte gelitten, die danebenliegenden Schotten nicht, in den Tieflagen der Schweiz aber die Kiefern aus Hochlagen.

Am wenigsten empfindlich erwiesen sich dort die skandinavischen und ostrussischen. In der Pfalz litten die Franzosen und auch Ungarn sehr stark.

Im Jahre 1922 konnte ich bei den schottischen und französischen Kiefern in Chorin einen sehr starken Befall von *Cenangium abietis* feststellen. Die betreffenden Parzellen sahen vollständig scheckig aus, während auf den übrigen nur ganz selten ein befallener Zweig zu finden war. Das Krankheitsbild schnitt geradezu haarscharf mit den Grenzlinien der Parzellen ab und bewies aufs schlagendste die verschiedene Empfänglichkeit.

e) Frühreife. Die schon aus der Praxis bekannte Erscheinung, daß manche aus fremdländischem Saatgut entstandenen Dickungen schon vorzeitig blühen und Zapfen tragen, hat sich inzwischen auch in Chorin und Tharandt bestätigt.

In Chorin zeigen besonders die französischen und die schottischen Kiefern, in Tharandt dieselben und auch die belgischen eine krankhafte Frühreife durch fast alljährlichen Zapfenbehang im 20jährigen Alter. Die daraus gewonnenen Samen hatten nach meinen Versuchen durchaus normale Keimkraft.

f) Morphologische Merkmale. Es wäre natürlich von großem Wert für die Unterscheidung in der Praxis, wenn man für die einzelnen Herkünfte auch bestimmte äußere Kennzeichen in Form und Farbe der Nadeln, Knospen und Zweige angeben könnte. Sie sind auch vorhanden, und wer oft durch die Versuchsflächen gegangen ist, sieht sie auch. Sie sind aber doch so gering und im einzelnen so veränderlich, daß sie zu einer untrüglichen Unterscheidung in der Praxis nicht hinreichen.

Am meisten auffällig und regelmäßig ist noch die blaugrüne Nadelfarbe bei den Franzosen und Schotten und eine fahle, gelbgrüne Färbung der Permer, ferner die rotbraunen Knospen und die starre, dichte Benadelung der Franzosen mit vielfach weit ausladenden unteren Ästen, die sich an den Enden oft armluchterartig erheben und ihr, wie auch von Tharandt bestätigt wird, etwas Bergkiefernartiges im Aussehen geben. Doch trifft auch das durchaus nicht bei allen zu. Solche Typen findet man aber sonst nirgends auf den anderen Flächen, und wo sie heute in Dickungen aus fremdem Saatgut auftreten, kann man mit großer Sicherheit auf südfranzösische Herkunft schließen.

Die Höhenunterschiede haben sich nun bei den älteren Flächen im allgemeinen mit zunehmendem Alter verstärkt, wobei unter den einzelnen Herkünften allerdings hier und da kleine Verschiebungen eingetreten sind.

Im Jahre 1908 habe ich eine Kiefernfläche mit verschiedener Herkunft des Saatgutes in der Oberförsterei Eberswalde untersucht¹, die ursprünglich nur zur Prüfung verschiedener Schüttestärke angelegt war und heute wohl mit zu den ältesten in Deutschland zählt! Sie enthielt neben einheimischen Kiefern noch russische (Nähe von Petersburg), südfinnische und norwegische. Alle drei fremdländischen Herkünfte verhielten sich ziemlich gleich, blieben aber schon damals, 21jährig, im Gebiet der maximalen Stammzahlen um etwa 2 m hinter den beiden einheimischen zurück (vgl. Abb. 91). Die Kurven der beiden letzteren liegen sehr gut beieinander und verlaufen deutlich ganz anders wie bei den nordischen, die wieder unter sich große Übereinstimmung zeigen (Beispiel für Variabilitätskurven näher und weiter verwandter Rassen). Auch für die Nadel-Längen und -Breiten konnte ich ein ähnliches Verhalten feststellen. Schon damals habe ich durch Jahrestriebmessungen an Probestämmen gefunden, daß die Unterschiede im Höhenwachstum sich mit zunehmendem Alter vergrößert hatten. Heute ist die russische Fläche, die nur 6 Reihen breit zwischen den 2 einheimischen

¹ Dengler: Das Wachstum von Kiefern aus einheimischem und nordischem Saatgut in der Oberförsterei Eberswalde. Z. f. Forst- u. Jagdwes. 1908, S. 137ff.

liegt, von diesen völlig überwachsen und durch zahlreiche Abgänge so gut wie vernichtet (vgl. Abb. 92 und 93). Es ist dies ein schlagendes Beispiel dafür, wie eine schlecht angepaßte fremde Rasse im Kampf mit der besser angepaßten heimischen ausgemerzt werden kann! Doch darf man das nicht in allen Fällen

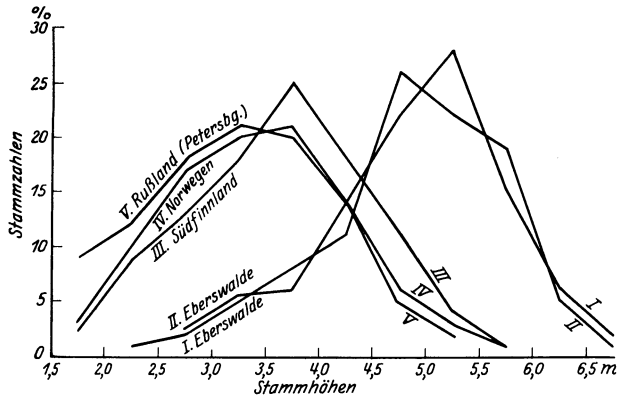


Abb. 91. Stammhöhen von 21 jährigen Kiefern verschiedener Herkunft in Oberförsterei Eberswalde, ermittelt an je 250–300 Stämmen im Jahre 1907 durch Dengler. Die Kurven stellen Variabilitätskurven dar und zeigen einerseits die gute Übereinstimmung der beiden Versuchsflächen der einheimischen Rasse und der drei Flächen mit den nordischen Rassen, andererseits den scharfen Unterschied zwischen diesen und jener.

erhoffen, z. B. nicht von der an sich recht wuchskräftigen, aber krummen Pfälzer Kiefer!

Wieweit die Differenzierung der verschiedenen Herkünfte gehen kann, hat schließlich noch ein sehr umfangreicher schwedischer Anbauversuch von Schotte¹ gezeigt. Bei diesem wurde Kiefernnsamen aus verschiedenen Klimagebieten Schwedens an zwölf verschiedenen Orten zwischen dem 60.—67. Breitengrad verwendet. Schotte hatte Herkunfts- und Anbauorte in fünf Klimazonen geordnet, die durch je 1° Unterschied in der mittleren Wärme der vier Vegetationsmonate (dort Juni bis September) bezeichnet wurden.

Das Ergebnis nach 10 bis 14jährigem Anbau zeigte über-

raschend weitgehende und feine Unterschiede, besonders in der Anzahl der abgegangenen Pflanzen. Das Stammzahlprozent war fast überall am größten bei Herkunft aus der gleichen



Abb. 92. Sechs Reihen nordischer Kiefern zwischen einheimischen (rechts und links). Oberförsterei Eberswalde. Aufnahme im Jahre 1908. 21jährig. Phot. A. Dengler.

oder doch nur um 1° verschiedenen Klimazone. Die Höhe der Pflanzen war meist ebenfalls am größten aus der gleichen oder 1° wärmeren Zone, die der kühleren waren in der Regel schon niedriger, und noch mehr war das der Fall bei Pflanzen, die aus Klimazonen mit 2°

¹ Schotte, G.: Tallfroets Proveniensen. Mitt. d. schwed. forstl. Versuchsanst. 1923, H. 20. Mit französischem Resümee.

Unterschied — gleichgültig, ob wärmer oder kälter — stammten. Vor allem aber zeigte sich eine sehr ungleiche Widerstandsfähigkeit gegen die Schneeschütte, einen im nördlichen Schweden häufig als Kulturschädling auftretenden Pilz (*Phacidium infestans*). Diesem unterlagen besonders die aus wärmeren Zonen stammenden Herkünfte in viel stärkerem Maße. Schotte empfiehlt daher möglichst strenge Beschränkung des Samenbezuges auf den gleichen Klimabezirk oder höchstens den um 1° wärmeren. Allerdings wird man bei diesen überraschenden Ergebnissen innerhalb eines Landes die Größe der klimatischen Unterschiede und die besondere klimatische Bedingtheit des Schneeschüttepilzes in Schweden nicht übersehen dürfen. Bei uns beträgt selbst zwischen Ostpreußen und der Rheinebene der entsprechende klimatische Unterschied nur etwa die Hälfte, 2,5°, gegen 5—6° in Schweden.

Die Provenienzfrage ist bei der Kiefer infolge ihrer weiten Verbreitung und des vielfachen künstlichen Anbaues, meist noch aus angekauftem Samen, besonders wichtig, und darum auch am eifrigsten untersucht worden. Für die übrigen Holzarten liegen weniger Versuche vor.

2. Fichte. Für die Fichte haben Cieslar¹ und Engler¹ das Verhalten bei Herkunft aus verschiedener Höhenlage untersucht. Ausgeprägte Unterschiede vom Tieflandssaatgut zeigten sich in Österreich und der Schweiz meist erst bei Höhenlagen über 1000 m, oft sogar erst von 1300 m an. Hochgebirgsfichten wachsen in unteren Lagen immer viel langsamer wie Tieflandsfichten (vgl.



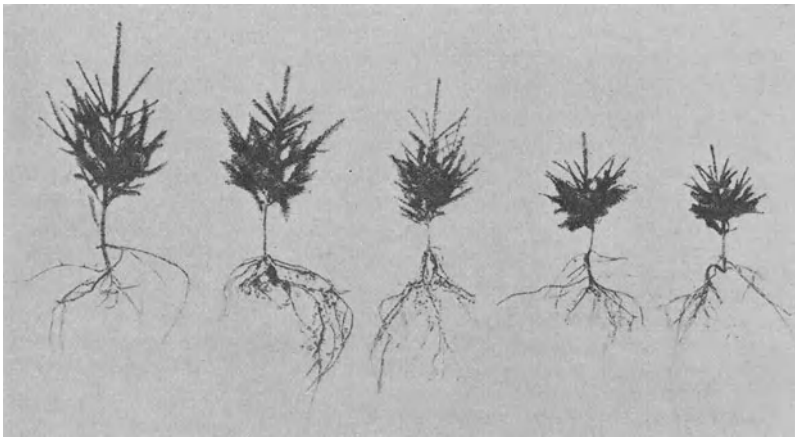
Abb. 93. Dieselbe Fläche wie in Abb. 91 im Jahre 1928. 41jährig. (Man beachte den gleichen Chausseestein bei + auf beiden Aufnahmen.) Die nordischen Kiefern sind, bis auf wenige Stämme, in den mittleren Reihen von den einheimischen Nachbarn total überwachsen und verschwunden.
Phot. A. Dengler.

Abb. 94). Nach der Höhe zu erfolgt allgemeine Abnahme des Höhenwuchses, aber sie erfolgt bei den Tieflandsfichten rascher und stärker, und da offenbar noch Schäden durch Frost und Schnee bei ihnen hinzutreten, so wurden sie fast überall in sehr hohen Lagen von den Gebirgsfichten bald eingeholt und auch überholt. Besonders wichtig ist hierbei die von Engler beobachtete längere Vegetationsdauer der Tieflandsfichten, die im

¹ Cieslar: Über die Erbllichkeit des Zuwachsvermögens bei den Waldbäumen. Zbl. f. d. ges. Forstwes. 1895. — Engler: Einfluß der Provenienz der Samen auf die Eigenschaften der forstlichen Holzgewächse. Mitt. d. Schweiz. Zentralanst. f. d. forstl. Versuchswes. 1905, S. 92ff.

Hochgebirge meist mit noch unvollendetem Höhentrieb von den ersten Herbstfrösten überrascht werden. Diese und manche anderen Schädigungen, die sich auch verschiedentlich in einer krankhaften Nadelfarbe ausdrückten, zeigen daher trotz des anfänglich rascheren Wachstums der Tieflandsfichten eine mangelhafte Anpassung an das rauhe Hochgebirgsklima.

3. Tanne und Lärche. Für die Tanne und Lärche hat Engler ebenfalls Anbauversuche aus verschiedenen Höhenlagen ausgeführt¹. Bei der Tanne fanden sich bei Herkünften aus Höhenlagen zwischen 680—1330 m keine Unterschiede. Von höheren Standorten, an denen die Tanne in der Schweiz, wenn auch seltener, noch vorkommt, war kein Saatgut zu beschaffen. Für die Lärche wurden Herkünfte von 650—2100 m verwendet. Bis etwa 1700 m zeigten sie kein verschiedenes Wuchsverhalten, darüber hinaus ergab sich aber eine rasche und starke Abnahme des Höhenwuchses (Auspflanzung in der Tieflage: Versuchsgarten Adlisberg bei Zürich 680 m). Sehr auffällig war auch hier der Unterschied in der Vegetationsdauer. Die Hochgebirgslärchen aus 1900—2100 m schlossen ihr Höhenwachstum etwa 1—2 Monate früher ab als die aus 700—1700 m stammenden.



1	2	3	4	5
Winterthur 545 m	Adlisberg 700 m	Pilatus 1000 m	Lenzerheide 1550 m	Engadin 1800 m

Abb. 94. 5jährige Fichten verschiedener Herkunft, erzogen im Versuchsgarten auf dem Adlisberg bei Zürich, 670 m ü. M. (Nach Engler.) Die Pflanzen zeigen je nach der Höhenlage des Herkunftsortes eine deutliche Abstufung in der Größe. Ausgeprägt dürrtige Pflanzen erzeugten aber erst die Herkünfte 4 und 5 aus über 1500 m.

Auch Cieslar² fand bei der Alpenlärche bis 1700 m keine deutlichen Unterschiede im Höhenwachstum, dagegen erwies sich die von ihm untersuchte Sudetenlärche, die ja nur in tiefen Lagen vorkommt, als etwas raschwüchsiger und soll auch einzelne Unterschiede in Geradschaftigkeit, Bestung und Kronenform gezeigt haben. Die Beobachtungen sind aber nur an noch recht jungen Pflanzen und in einem kleinen Versuch gemacht worden, so daß die Ergebnisse noch nicht ganz gesichert erscheinen.

4. Eiche. Von den Laubhölzern ist besonders die Eiche von Hauch in Dänemark³ und von Cieslar am Wiener Wald⁴ untersucht worden. Bei den Cieslarschen Versuchen handelte es sich durchweg um Stieleichen. Sie umfassen 21 Proben von Südfrankreich im Westen bis zur Bukowina im Osten und von Istrien im Süden bis Mittelschweden im Norden. Die Versuche sind aber nicht ohne weiteres mit den übrigen Provenienzversuchen zu vergleichen, insofern die Samen nicht aus ganzen Beständen, sondern nur von einzelnen oder 2—3 nahestehenden Mutterbäumen gesammelt sind. Dadurch sind zwar recht

¹ Engler: a. a. O., S. 201 u. 209 ff. ² Cieslar: Zbl. f. d. ges. Forstwes. 1907.

³ Hauch: Provenienzforsøg med Eg. in Det forstlige Forsøgsvaesen in Danmark Bd. 4, S. 295; Bd. 5, S. 195; Bd. 10, S. 1.

⁴ Cieslar: Untersuchungen über die wirtschaftliche Bedeutung der Herkunft des Saatgutes der Stieleiche. Zbl. f. d. ges. Forstwes. 1923, S. 97 ff.

interessante Anhaltspunkte für eine Vererbung individueller Anlagen gewonnen worden, aber es ist dafür auch die Wirkung der rein klimatisch bedingten Veranlagung etwas durchkreuzt. Trotzdem zeigte sich eine solche auch hier unverkennbar. Die südfranzösischen und schwedischen Herkünfte standen im 18jährigen Alter an letzter Stelle und ihr Höhenunterschied gegenüber den besten Herkünften aus Bosnien, Kroatien



Abb. 95. 19jähr. Stieleichenpflanzbestand. Heimat Apatin im ehemal. Südungarn. Anbauort Wienerwald.
Phot. A. Cieslar.



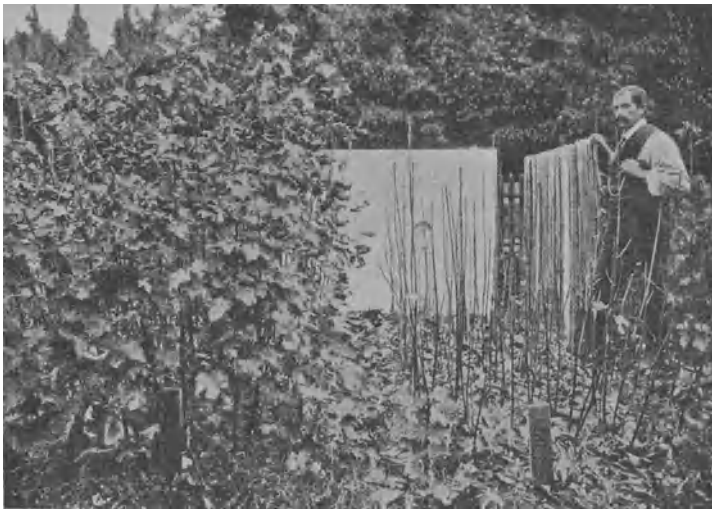
Abb. 96. 19jähr. Stieleichenpflanzbestand. Heimat Lipovljane in Kroatien. Anbauort Wienerwald.
Phot. A. Cieslar.

und der Bukowina betrug 1,5—2,0 m. Bemerkenswerte Unterschiede wurden auch in der Neigung zur Johannistriebbildung gefunden, die bei den aus südlichen Wuchsgebieten stammenden Eichen sehr groß war, bei den aus nördlichen, z. B. Schweden, ganz fehlte. Hand in Hand damit gingen Frostbeschädigungen und Mehltaubefall, Laubverfärbung und Laubabfall, sowie auch eine mehr oder minder große Geradschäftigkeit, welche letztere allerdings stark durch individuelle Veranlagung vom Mutterbaum beeinflußt zu sein schien. Welche Unterschiede in der Stammausformung hier auftraten, das zeigen die Abb. 95

und 96. Alle diese Beobachtungen Cieslars stehen in guter Übereinstimmung mit denen von Hauch in Dänemark. An dem Vorhandensein starker Unterschiede bei klimatisch verschiedener Herkunft ist danach auch bei der Stieleiche ebensowenig zu zweifeln, wie sie bei anderen weitverbreiteten Holzarten erwiesen wurde.

5. Bergahorn und Roterle. Für die übrigen Laubhölzer liegen nur vereinzelte Untersuchungen vor. So z. B. für den Bergahorn¹, der, ähnlich wie die Fichte, erst bei Herkunft aus relativ hohen Lagen starke Unterschiede im Wuchs und besonders auffällig auch im herbstlichen Blattaufwurf zeigte (vgl. Abb. 97). Auch für die Roterle dürfte die Herkunftsfrage nach Beobachtungen von Bansi² in Ostpreußen eine Rolle spielen, insofern die aus angekauften Pflanzen unbekannter Herkunft entstandenen Bestände in Ostpreußen vielfach krüppelig erwachsen sind, dem Valsapilz zum Opfer fallen und vorzeitig absterben, während einheimische Wildlingspflanzen dicht daneben gut gedeihen (vgl. Abb. 98).

Zusammenfassung der Ergebnisse. Die Fülle der Ergebnisse, die bei den zahlreichen Anbauversuchen mit Saatgut aus verschiedenen Klimagebieten ge-



Bergahorn Nr. 3,
aus 1050 m, noch belaubt.

Bergahorn Nr. 6,
aus 1570 m, schon entlaubt.

Abb. 97. Verschiedener Höhenwuchs und verschiedene Vegetationsdauer bei zwei Bergahornherkünften aus 1050, bzw. 1570 m Höhe. Anbauort Adlisberg bei Zürich, 670 m ü. M. Aufnahme am 10. Oktober 1904. Alter der Pflanzen 4jährig.

wonnen wurden, läßt sich im großen und ganzen dahin zusammenfassen, daß die Nachkommen der fremden Herkünfte besonders bei sehr weitverbreiteten Holzarten und dementsprechend großen Unterschieden im Klima fast immer ein deutlich anderes Verhalten als die der dicht daneben angebauten einheimischen gezeigt haben. In der Hauptsache drückt sich dies in der Stärke des Wachstums, in anderer Vegetationsdauer, in verschiedener Empfindlichkeit gegen klimatische Schädigungen und Empfänglichkeit gegen parasitäre Erkrankungen aus, in minderem Grade bemerkt man auch morphologische Unterschiede feinerer Art. Der Schwerpunkt liegt jedenfalls auf physiologischem Gebiet. Nicht immer, aber doch in der größten Mehrzahl der Fälle zeigen dabei die einheimischen Herkünfte früher oder später Überlegenheit gegenüber den fremden.

¹ Engler: Mitt. d. schweiz. Zentralanst. f. d. forstl. Versuchswes. 1905, S. 225.

² Bansi: Zur Provenienzfrage der Roterle. Z. f. Forst- u. Jagdwes. 1924, S. 164.

Erklärung der Versuchsergebnisse. Die Frage ist nun: Wie ist das zu erklären? Man könnte zunächst an eine Nachwirkung äußerer Umstände, z. B. der Temperatur auf das ja noch im fremden Klima ausgereifte Samenkorn denken. Und tatsächlich ist dieser Gedanke auch ausgesprochen worden. Es ist aber kaum vorstellbar, daß eine derartige Nachwirkung sich so lange zeigen sollte, wie es die ältesten Flächen tun. Auch ist wohl noch niemals beobachtet worden, daß Saaten aus verschiedenen Jahren, die ja oft einen ebenso verschiedenen Klima-charakter haben können, wie er entfernten Gebieten entspricht, jemals derartige Unterschiede gezeigt hätten wie etwa die kurländische und ostpreußische Kiefer in Chorin oder die Fichten aus verschiedenen Höhenlagen auf dem Adlisberg bei Zürich. Das hätte bei der jährlichen Verwendung großer Samenmengen im Forstbetrieb längst einmal bemerkt werden müssen. Zu allem Überfluß hat aber auch

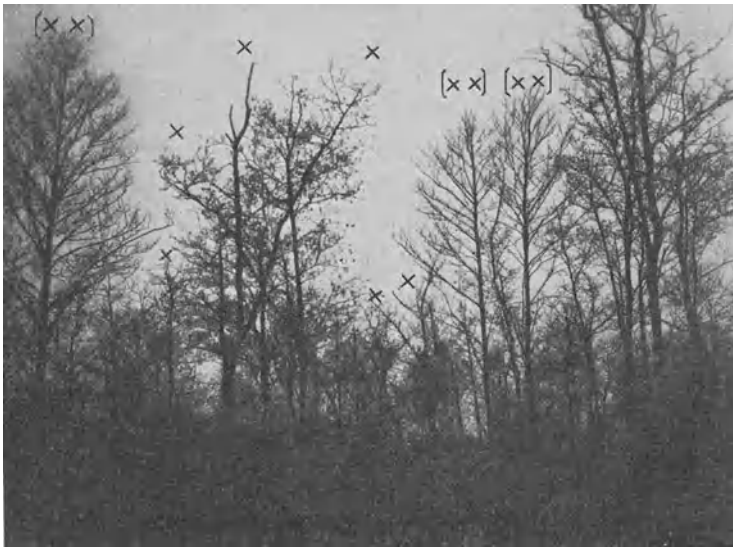


Abb. 98. Absterbende (x) und gesunde (x x) Schwarzerlen aus einer Pflanzung. x = Pflanzen unbekannter Herkunft, vom Händler bezogen, x x = einheimischer Herkunft, selbst erzogen in der Oberförsterei Gert-lanken i. Ostpr. (Nach Bansi.)

Engler nachweisen können, daß Nachkommen von Tieflandsfichten, die über 40 Jahre im Hochgebirge gestanden hatten, neben solchen aus dem Hochgebirge erzogen, also in zweiter Generation, auch noch die gleichen Wuchsunterschiede ergaben¹ (vgl. Abb. 99). Hier konnte von Nachwirkung keine Rede sein.

Ähnliches konnte Münch für die Nachkommenschaft 60jähriger nordischer Kiefern nachweisen, die im Erzgebirge angepflanzt waren². So spricht alles dafür, daß es sich um eine erblich andere Veranlagung handeln muß. Man hat daher wohl mit Recht von verschiedenen Rassen gesprochen (physiologische oder besser Klimarassen).

Wie man sich deren Entstehung vorstellen will, ist eine Frage der allgemeinen Einstellung zu den Entwicklungs- und Vererbungstheorien. Nach Darwin

¹ Engler: Mitt. d. schweiz. Zentralanst. f. d. forstl. Versuchswes. 1913, S. 364.

² Münch: Das Verhalten der Nachkommen fremder Kiefernrasen in zweiter Generation. Forstwiss. Zbl. 1924, S. 45.

könnte man an eine zunächst zufällige Variabilität denken, die gelegentliche Veränderungen erzeugte, die günstig für ein etwas anderes benachbartes Klima waren und diesen Formen dort die Einwanderung erlaubten, während andere etwa mitverschleppte Varianten im Kampf ums Dasein von den besser angepaßten unterdrückt wurden. Die Variation nach der günstigen Richtung würde sich dann nach Darwinscher Anschauung mehr und mehr befestigt und verstärkt haben, so daß eine entsprechende Weiterwanderung stattfinden konnte. Im Lamarckschen Sinne würde man an eine allmähliche Umstimmung und direkte Anpassung der ursprünglichen Art bei langsamem Vorwärtsdringen zu denken haben, wie das im allgemeinen Engler und Cieslar getan haben. Die neuere Vererbungslehre, die eine solche erblich werdende Umstimmung auf Grund vieler Versuche und Beobachtungen ablehnen zu müssen glaubt, läßt nun noch einen dritten Weg offen: Die ursprüngliche Mischung aller bestehenden reinen Linien, die Population, ist beim Weiterwandern in ein fremdes Klima aussortiert worden, indem die ungünstigeren Formen benachteiligt

wurden und ausschieden. Die Klimarassen würden also dann engere Populationen oder Liniengemische, u. U. vielleicht auch mehr oder weniger reine Linien darstellen. An ganz reine Linien wird bei der dauernden Bastardierungsmöglichkeit unserer meist windblütigen Waldbäume kaum zu denken sein.

Die letztere Erklärung ist heute, dem Zuge der Zeit und der Stellung der führenden Vererbungsforscher folgend, wohl die am meisten verbreitete, der wir uns hier auch anschließen wollen, obwohl nicht zu verkennen ist, daß auch sie für manche Fragen keine befriedigende Lösung zu bieten vermag (z. B. für die Möglichkeit des Bestehens langsamwüchsiger Linien neben raschwüchsigen Linien im Ursprungs-

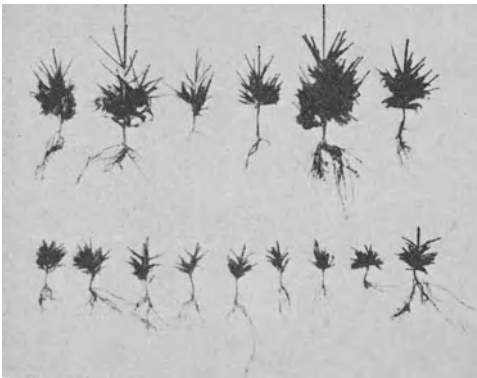


Abb. 99. 5jährige Fichten, erzogen im Versuchsgarten auf dem Adlisberg. Oben: Herkunft Samaden, 1750 m ü. M., aber von 40jährigen Mutterbäumen, die aus dem Tiefland stammten. Unten: Herkunft St. Moritz, 1820 m ü. M., aber von 50jährigen einheimischen Mutterbäumen. Die erbliche Veranlagung zur Raschwüchsigkeit ist bei der Samadener Herkunft also trotz 40jähriger Verpflanzung ins Höhenklima erhalten geblieben.

gebiet u. a. m.). Ähnliche Bedenken bestehen aber auch bei den beiden andern Theorien, wie ja überhaupt diese allgemeinen entwicklungsgeschichtlichen Fragen noch heute unentschieden und strittig sind.

Jedenfalls ist aber daran festzuhalten, daß nicht etwa alle im fremden Klimagebiet beobachteten Eigenschaften aus dem Heimatgebiet mitgebracht werden, sondern daß sie oft nur als Reaktion der mitgebrachten inneren Anlage auf die veränderte Lebenslage hin auftreten. So sind z. B. die südfranzösischen Kiefern in ihrer Heimat durchaus nicht langsamwüchsig und krummschäftig, sondern nur bei uns. Dagegen bringen die nordischen Kiefern ihren langsamen Wuchs und ihre gerade Schaftbildung aus ihrer Heimat zu uns mit. Das Ergebnis bei der Einführung fremder Rassen ist also niemals voraussehbar!

Standortsrassen. Ähnliche Unterschiede wie bei der Herkunft aus einem entfernten, andersartigen Klima hat man nun auch bei Besonderheiten lokaler Faktoren beobachtet (Lokalrassen oder Standortsrassen). So hat Münch¹

¹ Münch: Die Knospenentfaltung der Fichte und die Spätfrostgefahr. Allg. Forst-

bei der Fichte gefunden, daß früh austreibende neben spätaustreibenden in frostfreien Lagen zahlreich nebeneinander vorkommen, während in Spätfrostlagen die Frühfichten viel häufiger erfrieren und dann von den Spätfichten so überholt werden, daß sie allmählich im Bestand verschwinden würden. Münch konnte das Entstehen einer solchen „frostharten Lokalrasse“ durch Ausmerzung ungeeigneter Linien im Erzgebirge unmittelbar beobachten (vgl. Abb. 100).

Auf einen andern auslesenden Standortsfaktor, der die Kronenform unsrer Waldbäume betrifft, hat Kienitz hingewiesen. Es ist eine bekannte und sich überall wiederholende Beobachtung, daß in Hochgebirgslagen und im hohen Norden die Fichte ausgeprägt schmale und spitze Kronen zeigt, so daß man geradezu von Spitzfichten sprechen kann (vgl. Abb. 101). Auch für die Kiefer gilt Ähnliches für Gegenden mit ausgeprägt strengen Wintern, während in den



Abb. 100. Entstehung einer frostharten Lokalrasse der Fichte in Frostlage. Die Frühfichten sind durch wiederholte Spätfroste getötet oder verstümmelt, die Spätfichten sind unversehrt geblieben und bilden allein den künftigen Bestand. Nach Münch und Liske.

Gegenden mit milderem Winterklima (Südwestdeutschland, Schottland) mehr breitkronige Formen vorherrschen. Kienitz hat dies durch eine große Zahl von typischen Einzelbildern aus verschiedenen Gegenden zu belegen versucht, von denen einige der wichtigsten in Abb. 102 hier wiedergegeben werden.

Er erklärt das ebenso wie bei den Spitzfichten durch die auslesende Wirkung der Schneeeauflage, die die breitkronigen Formen durch Schneebruch allmählich ausmerzt.

Oppermann¹ hat die auffällige Häufigkeit knorriger, dicht und gewunden beasteter Buchen, sog. „Renkformen“, in Dänemark auf die dort besonders starke und durch parzellierte Lage noch erhöhte Windwirkung zurückgeführt (vgl. Abb. 103), welche die schlanken und hochkronigen angesetzten Formen im Gegensatz zu den niedrigeren und buschig gewachsenen zurückgedrängt hat. Eine erblich verschiedene Veranlagung ist nach den Beobachtungen und Aussaat-

u. Jagdztg. 1923. — Münch u. Liske: Die Forstgefährdung der Fichte in Sachsen. Tharandter forstl. Jb. 1926.

¹ Oppermann: Vrange Bøge i det nordostlige Sjaelland. Mitt. d. dän. forstl. Versuchsves. 1908.

Engler nimmt an, daß die Bonaduzer Kiefern schon seit Generationen auf dem kiesigen Boden stehen, wo die Pfahlwurzel verkümmert und Stamm und Krone verkrüppeln. Diese durch Generationen wiederholte, zunächst rein äußere Einwirkung habe schließlich eine Rückwirkung auf die Keimzellen gehabt und zu einer Veränderung der Erbanlagen geführt. (Lamarck'sche Theorie der direkten Anpassung im Gegensatz zur neueren Vererbungslehre.) Wie dem auch sei, jedenfalls ist das Auftreten solcher Buschformen, wie in der Abb. 105 unten, etwas ganz Ungewöhnliches und spricht jedenfalls sehr für eine innere Veranlagung.

Daß aber äußere Einflüsse, namentlich bei kürzerer Dauer, für gewöhnlich keine erblichen Wirkungen haben, betont auch Engler und hat er an einigen anderen Fällen¹ auch nachgewiesen. So können auch die Nachkommen unsrer auf Ödland herangewachsenen „Kusselkiefern“, wie verschiedene Versuche gezeigt haben, durchaus geradschäftige Nachkommen liefern (vgl. Abb. 106). Die schlechte Form der Mutterbäume ist hier also u. U. nur auf Beschädigungen (Tortrix) oder vorübergehend ungünstige Aufwuchsverhältnisse (Freistand) zurückzuführen. Immerhin wird eine gewisse Vorsicht bei Samen von solchen Kusselkiefern geboten sein!

Das Vorkommen einer andern „Bodenrasse“ haben Münch und Dieterich bei der Esche² nachzuweisen versucht. Das Saatgut stammte teils von Jurakalk, teils aus sächsischem Auenwald. Münch spricht daher von Kalkesche und Wasserresche. Die Nachkommenschaft der Kalkeschen zeigte nach Münch eine erheblich größere Widerstandsfähigkeit gegen Trockenheit als die Wasserreschen und dementsprechend schließlich auch im Tharandter Versuchsgarten nach eingetretenen Trockenperioden einen bedeutend kräftigeren Wuchs (vgl. die



Abb. 103. Alter, renkwüchsiger Buchenbestand in der Forst Slagslunde i. Dänemark. Nach Oppermann.



Abb. 104. Schlechtwüchsige Föhren auf Rheinschotter bei Bonaduz i. d. Schweiz. (Nach Engler.)

¹ Engler: a. a. O., S. 321.

² Münch u. Dieterich: Kalkeschen und Wasserreschen. *Silva* 1925, S. 129 ff.

2jährig verschulten Durchschnittspflanzen in Abb. 107). Nach Münchs Auffassung hat die auf Kalkböden periodisch auftretende größere Trockenheit

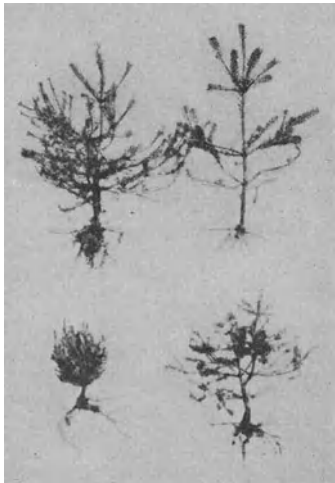


Abb. 105. Nachkommen der schlechtwüchsigen Bonaduzer Föhren, auf dem Adlisberg erzogen, 6jährig. Nach Engler. Neben leidlich normalen Formen (oben) tritt ein großer Prozentsatz schlechtformiger bis krüppeliger Formen auf!



Abb. 106. Sehr schöne und geradwüchsige Nachkommen von sog. Kusselkiefern in Oberförsterei Rohrwiese. (Versuch von Spletstößer.) Phot. A. Dengler.

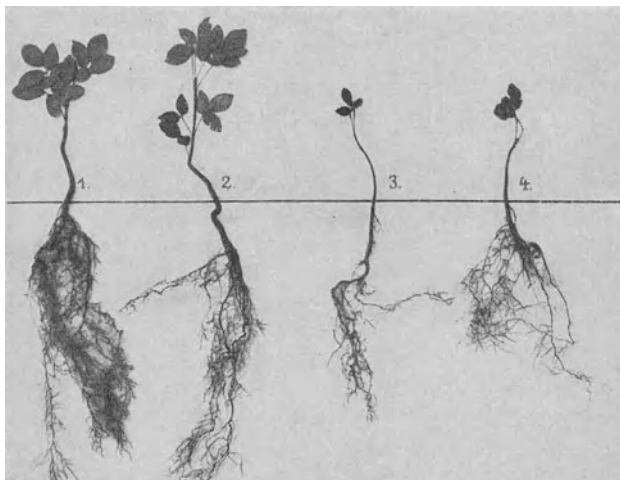


Abb. 107. Nachkommen von Muttereschen von feuchtem Niederungsboden (1, 2) und von trockenem Kalkhöhenboden (3, 4), erzogen im Versuchsgarten Tharandt i. Sa. (Nach Münch.)

hier zu einer Ausmerzungen der dürrerempfindlicheren Linien und somit zur Ausbildung einer besonderen Rasse geführt.

Für die Kiefer hat neuerdings auch Seitz¹ das Vorhandensein von Standortsrassen angenommen, die er z. T. auch auf verschiedene Trocken-

¹ Seitz: Edelrassen des Waldes. 1927.

heit des Bodens, z. T. aber auf andere Verhältnisse, z. B. Alter der Einwanderung u. a. m., zurückführen will. Seitz glaubt, daß die innere, verschiedene Veranlagung sich bei diesen Rassen auch äußerlich besonders in der Art der Rindenbildung (plattige und schuppige Borke) ausprägen, und unterscheidet danach Platten- und Schuppenkiefer als Edelrassen, neben der noch eine dritte, weniger ausgeglichene Rasse stehen soll, die Landkiefer, die sich von den beiden anderen hauptsächlich durch die tiefer heruntergehende dünne Spiegelrinde unterscheidet. Neben diesen Unterschieden in der Rindenbildung sollen auch noch andere in der Holzqualität, Kernbildung usw. nebenhergehen.

Die Art und Stärke der Borkebildung ist aber, wie wir wissen, in hohem Maße von den äußeren Einflüssen abhängig. Man kann z. B. bei schief stehenden alten Kiefern fast immer beobachten, daß sie auf der Zugseite mehr dünne und plattige und auf der Druckseite, die auch im Holzzuwachs gefördert ist, dickere und schuppigere Borke zeigen (typische Platten- und Schuppenborke am selben Stamm!). Daher muß dieses Merkmal vorläufig als sehr unzuverlässig bezeichnet werden. Wenn, wie Seitz beobachtet hat und bestätigt werden kann, auf trockeneren Standorten mehr Plattenborke und auf feuchteren mehr Schuppenborke auftritt, so kann das ebensogut nur, eine Standortmodifikation infolge schwächeren oder stärkeren Zuwachsganges sein wie ein Ausfluß innerer Veranlagung¹.

Jedenfalls wäre es verfrüht, hier von einer Rassenbildung zu sprechen, ehe nicht durch einwandfreie Vergleichsversuche nachgewiesen ist, daß die Nachkommenschaften sich verschieden verhalten. Und das ist hier, im Gegensatz zu den meisten übrigen der vorerwähnten Rassen, noch nicht geschehen.

So beachtenswert im allgemeinen auch alle Beobachtungen und Versuche bezüglich einer Rassenbildung durch einzelne Standortfaktoren sind, da sie durchaus im Bereich des Möglichen liegen, so sind ihre Ergebnisse doch gegenüber den Feststellungen bei den klimatischen Rassen vorläufig fast durchweg noch nicht genügend gesichert.

Selbst da, wo Unterschiede im Nachwuchs gefunden sind, läßt sich gegen die Deutung meist noch manches einwenden. Ergebnisse, die nur einmal und an einer Stelle gefunden wurden, sind immer noch von Zufälligkeiten und unvermeidlichen Versuchsfehlern abhängig, wie das z. B. auch bei den Provenienzversuchen der Versuchsanstalten hervorgetreten ist (vgl. S. 207 bei Tharandt).

Wir werden daher erst von der weiteren Forschung auf diesem Gebiet ihre volle Sicherstellung und Bestätigung abwarten müssen. In jedem Fall aber sind sie eindringlich genug, um die Praxis bei der Verwendung von Saatgut zur äußersten Vorsicht zu mahnen und immer wieder den Vorzug der Sicherheit des eng standörtlich erprobten, insbesondere des eigengewonnenen Samens, zu unterstreichen.

Individuelle Vererbung. Wir haben zum Schluß noch auf die Fragen der sog. individuellen Vererbung einzugehen. Wenn unsere Bestände wirklich ein Gemisch reiner Linien bilden, mehr oder minder mit Bastarden durchsetzt, dann könnten die einzelnen Bäume eines solchen Bestandes genotypisch recht verschieden veranlagt sein. Wenn wir dies aber durch vergleichende Nachzucht von einzelnen Mutterbäumen prüfen wollen, so stoßen wir sofort auf die Schwierigkeit, daß wir zwar die Mutter, aber nicht den Vater kennen, da die Bestäubung ja von einem genotypisch anders veranlagten Nachbarbaum aus stattgefunden

¹ Vgl. hierzu die Untersuchungen von Schmidt: Holzgüte als Zuchtziel. Forstarchiv 1928, H. 5, sowie den Bericht über die Versammlung d. märk. Forstver. in Havelberg 1928, wo die ganze Frage eingehend erörtert worden ist.

haben kann. Nur wenn gewisse Anlagen des Mutterbaums sich dominant verhalten sollten, würde ein sichtbarer Erfolg in der Nachkommenschaft auftreten. Würden aber Anlagen vom unbekanntem Vater her dominant sein, so würde man sogar ein ganz verwirrendes Ergebnis erhalten. In jedem Fall würde man bei Bastardbefruchtung eine in zweiter Generation wieder aufspaltende Nachkommenschaft erhalten, also keine dauernde Verbesserung. Nur wenn Vater und Mutter in bezug auf die gewünschte Eigenschaft der gleichen reinen Linie angehören würden, würde eine solche dauernde Verbesserung herauspringen. Überlegt man sich ferner, wie schwer es im Einzelfall einer Eigenschaft anzusehen ist, ob sie innerlich veranlagt oder nur durch vorübergehende äußere Einflüsse bedingt ist, so ist damit von vornherein die ganze Schwierigkeit und die große Unsicherheit gegeben, die alle Einzelbeobachtungen und Einzelversuche auf dem Gebiet der sog. Individualauslese mit Beurteilung durch die Nachkommen-



Abb. 108. Sog. Süntelbuche (wahrscheinlich Mutationsform) bei Raden i. Hann. Phot. Fläm es.

schaft bei unseren Waldbäumen haben müssen. Immerhin glaubt man gerade in dem Umstand der Windbestäubung einen gewissen Vorteil zu haben, indem man annimmt, daß der Pollenstaub beim Fluge durch die Luft gleichmäßig durchgemischt wird und daher als gleichwertig zu betrachten sei. Wenn dann die Nachzuchten von einzelnen Mutterbäumen verschiedene Nachkommenschaften liefern, so müßte das auf das Durch-

schlagen der mütterlichen Veranlagung zurückzuführen sein. Man kann danach gute und schlechte Vererber unterscheiden und diese je nachdem zur Samengewinnung auswählen bzw. davon ausschließen.

Bekanntlich sind auf dem Gebiete der Roggenzüchtung auf diesem Wege die berühmten Erfolge des Herrn von Lochow sen. in Petkus, erreicht worden. Die Forstwirtschaft hätte vor der Landwirtschaft hierbei den Vorteil voraus, die als gute Vererber erkannten „Elitebäume“ durch Samengewinnung am stehenden Stamm immer wieder benutzen zu können.

Bei der Kiefer und der Fichte ist dieses Verfahren der Zapfengewinnung durch besonders ausgebildete und mit Steigeisen versehene Pflücker (scherzhaft wegen ihrer Gewandtheit „Baumaffen“ genannt) schon in älterer Zeit bekannt und jetzt verschiedentlich neu ausgebildet worden (Preußische Oberförsterei Wolfgang b. Hanau, von Neumann in Hanseberg i. d. Mark und von Lochow in Petkus).

Jedenfalls ist es sehr verdienstlich, daß Herr v. Lochow jun. in Petkus in jüngster Zeit mit Versuchen einer solchen Individualauslese von Elitestämmen begonnen hat, die, wie ich mich bei einem Besuche dort überzeugen konnte, in einzelnen Fällen deutliche Unterschiede zu zeigen scheinen. Gesicherte Ergebnisse sind aber erst in einigen Jahren nach öfterer Wiederholung zu erwarten.

Mutationen. Alles, was bisher über individuelle Vererbung bezüglich Geradschäftigkeit, Zwieselwuchs u. a. m. beobachtet worden ist, beruht vorläufig mehr oder minder nur auf Vermutungen. In ein ganz anderes Gebiet gehört die nachgewiesene Vererbung von einzelnen abnormen Baumformen (Blutblättrigkeit, Hängeformen, Kugelformen u. dgl.). Bei diesen sog. Spielarten handelt es sich in den meisten Fällen wohl um sog. Mutationen, die forstlich leider meist wertlose und sogar minderwertige Eigenschaften aufweisen. Unter der Nachkommenschaft zeigt meist nur ein Bruchteil die Eigenschaften des Mutterbaumes unverändert, ein anderer Teil hat die alte Normalform. Daneben kommen öfters noch Übergangs- und Zwischenformen heraus. Eine solche bei uns in einigen Waldungen in Hannover auftretende Form ist z. B. wahrscheinlich die sog. Süntelbuche (vgl. Abb. 108). Ähnliche Hängeformen finden sich häufiger in Dänemark, und an ihren Nachzuchten konnte Oppermann¹ die oben erwähnte sehr verschiedenartige Zusammensetzung beobachten. Ebenso fand Engler für eine abnorm buschig beastete Fichte bei Ringgenberg in der Schweiz² in der Nachkommenschaft 53% buschige bis kugelige Jungfichten, 16% normale, die aber auffallend langsamwüchsig waren, und 31% Übergangsformen.

Das Bestehen besonderer Standortsrassen und die Erblichkeit von Wachsanlagen bei einzelnen Mutterbäumen ist also bis heute noch nicht genügend einwandfrei oder genügend häufig genug nachgewiesen, um daran schon große Hoffnungen für praktische Züchtungserfolge knüpfen zu können. Dagegen haben die zahlreichen Anbauversuche mit Samen aus verschiedenen Klimagebieten zweifellos das Bestehen besonderer Rassen ergeben, die zwar durchaus kein erblich einheitliches Material darzustellen brauchen, die aber jedenfalls im Durchschnitt ein besonderes Bild zeigen, das sich von dem Durchschnittsbild der anderen Rasse deutlich abhebt. In der Landwirtschaft spricht man in ähnlichen Fällen von „Landsorten“, z. B. märkischem, pommerschem Roggen u. dgl. Die in einem Gebiet alteinheimische Rasse stellt also schon etwas vom dortigen Klima Durchgesiebtes und dafür Erprobtes dar, was zunächst eine größere Sicherheit bietet als eine unerprobte fremde Rasse. Hierfür sprechen nicht nur die wissenschaftlichen Provenienzversuche, sondern auch die vielen Mißerfolge, die die Praxis bei Bezug von fremdem Saatgut festgestellt hat.

Entwicklung der Saatgutenerkennung. Erst durch diese Mißerfolge war die ganze Frage in Fluß gekommen. Sie hat in der Folge dann immer weitere Kreise gezogen, die schließlich sogar zu forstpolitischen Maßnahmen führten. Schweden und Norwegen sicherten sich durch hohe Prohibitivzölle gegen die Einfuhr fremden Samens. In Deutschland bildete sich eine Kontrollvereinigung von Samenhändlern, die sich verpflichtete, nur Samen garantiert deutscher Herkunft zu liefern, und sich zur Sicherung dafür einer Kontrolle ihrer Bücher und Betriebe durch den Deutschen Forstverein unterwarf. Schließlich erkannte man aber, daß auch dies nicht genügte, da die fremdländischen Bestände in Deutschland schon frühzeitig und z. T. sehr reichlich Samen trugen, der von den einheimischen Sammlern natürlich wahllos und wegen des bequemen Pflückens an den niedrigen und z. T. krüpplichen Beständen sogar besonders gern genommen wurde. Außerdem stellte sich heraus, daß auch innerhalb des Landes die einheimischen Bestände einzelner Klimagebiete in ihren Nachkommenschaften Wuchsunterschiede zeigten. Schließlich vertrat man sogar den Gedanken, daß gut gewachsene Bestände ganz allgemein auch bessere Nach-

¹ Oppermann: Renkbuchen im nordöstlichen Seeland. Mitt. d. dän. forstl. Versuchswes. 1908.

² Engler: Mitt. d. schweiz. Zentralsant. f. d. forstl. Versuchswes. 1905, S. 198.

kommenshaften liefern würden als schlecht- und besonders krummwüchsige, ästige oder stark von Krankheiten verseuchte. Man entschloß sich zur Organisation einer Saatgutankererkennung nach landwirtschaftlichem Vorbild. Es bildete sich im Jahre 1924 in Deutschland der „Hauptausschuß für forstliche Saatgutankererkennung“ mit seinen über das ganze Land verteilten Ortsausschüssen, die auf Antrag einzelne Reviere bereisen und besichtigen und die einzelnen Bestände als geeignet für die Saatgutgewinnung „anerkennen“ bzw. als ungeeignet „aberkennen“, wenn sie schlecht sind oder sich schlechte, besonders verdächtige fremdländische Bestände in ihrer Nähe befinden. Die anerkannten Reviere werden in den Fachzeitschriften veröffentlicht, und der Handel mit anerkanntem Saatgut unter eingetragenem Warenzeichen genießt gesetzlichen Schutz. So weit steht heute die praktische Seite der Frage in Deutschland.

Rassenbezirke in Deutschland. Da das Ideal der Saatgutbeschaffung aus eigenen oder in nächster Nähe befindlichen Beständen sich bei dem großen Bedarf und dem oft mangelhaften Samenertrag unserer Bestände nicht immer verwirklichen lassen wird, so hat man versucht, eine Abgrenzung von Rassenbezirken in Deutschland teils nach klimatischen Gesichtspunkten, teils nach Unterschieden der Holzarten in Wuchs, Form und sonstigem Verhalten vorzunehmen. Zunächst ist das für die Kiefer als die wichtigste Art durchgeführt worden. Selbstverständlich haftet einer solchen Einteilung, soweit noch vergleichende Anbauversuche fehlen, immer etwas Willkürliches an.

Einen gewissen Ersatz könnte nur eine genaue Analyse typischer Durchschnittsbestände bieten. Eine solche hat Vanselow¹ durch sehr sorgfältige Messungen für Bestände der Kiefer im oberhessischen Bergland (Grebenu) und in der hessischen Tiefebene (Eberstadt b. Darmstadt) ausgeführt und dabei bestimmte zahlenmäßige Unterschiede in relativer Kronenlänge, Schiefstand und Krummwüchsigkeit gefunden. Wie aber Vanselow selber einschränkend bemerkt, brauchen diese Unterschiede nicht allein auf innerer Veranlagung zu beruhen, sondern sie sind teilweise vielleicht auch auf den verschiedenen Standort zurückzuführen.

Das Sicherste ist und bleibt auch hier immer der vergleichende Anbauversuch, der freilich erst nach Jahren zu Ergebnissen führt. Solche liegen zunächst nur für die deutschen Herkünfte Ostpreußen, Brandenburg und Rheinpfalz vor und haben, wie wir sahen, sichere Rassenunterschiede gezeigt. In einer sehr ausführlichen Arbeit hat Münch² alles, was aus Versuchen, allgemeinen waldbaulichen Beobachtungen und den Ertragsuntersuchungen der verschiedenen deutschen Versuchsanstalten an Besonderheiten und Unterschieden der Kiefer in Deutschland bekannt ist, zusammengestellt und durch zahlreiche Abbildungen veranschaulicht.

In Anlehnung daran und in teilweiser Erweiterung der Münchschen Rassengliederung hat der Hauptausschuß für forstliche Saatgutankererkennung 7 Kiefernrassegebiete in Deutschland ausgeschieden: 1. die ostpreussische Kiefer (Ostpreußen), 2. die nordostdeutsche Tieflandskiefer (Tiefland zwischen Weichsel und Elb-Saale-Linie), 3. die nordwestdeutsche Tieflandskiefer (südliches Hannover und Altmark, soweit natürlich vorkommend), 4. die ost- und mitteldeutsche Höhenkiefer (schlesisches, sächsisches und thüringisches Mittel- und Vorgebirge bis nach Kur- und Oberhessen und mit dem fränkischen und oberpfälzischen Berg- und Hügelland), 5. die süddeutsche Kiefer (oberbayrisch-schwäbische Hochebene), 6. die Schwarzwaldkiefer (badischer und württembergischer Schwarzwald mit Vorbergen),

¹ Vanselow: Höhenkiefer und Tieflandskiefer. Allg. Forst- u. Jagdztg. 1928, S. 193 ff.

² Münch: Beiträge zur Kenntnis der Kiefernrasen Deutschlands. Allg. Forst- u. Jagdztg. 1924 u. 1925.

7. die südwestdeutsche Tieflandskiefer (hessische und badische Rhein-Main-Ebene und Rheinpfalz).

Man kann diese Gliederung vom praktischen Standpunkt aus als angemessen und zweckmäßig bezeichnen, um für den Samenhandel zunächst einmal eine feste Abgrenzung zu schaffen. Wissenschaftlich ist sie nur teilweise zu begründen, und manches daran wird sich wohl durch spätere Untersuchungen noch ändern. Selbstverständlich wird es überall da, wo keine isolierten Gebiete vorliegen, überhaupt keine bestimmte Rassengrenze geben. Sondern ebenso, wie die Klimacharaktere ganz allmählich ineinander übergehen, werden das auch die Rassen tun. Für den Saatgutbezug in der Praxis wird man sich auch durchaus nicht nur an den eignen Rassebezirk zu binden brauchen, sondern da, wo eine benachbarte Rasse gute oder bessere Leistungen zeigt, auch diese versuchen, z. B. in Brandenburg die ostpreußische, die ja schon in den Provenienzversuchen neben der märkischen Besseres in Geradschäftigkeit und feinerer Beastung bei gleichem Höhenwuchs geleistet hat.

Aussichten für eine forstliche Hochzucht. Den Hauptwert der forstlichen Saatgutenerkennung in Deutschland sehe ich vorläufig darin, daß sie die untauglichen Fremdbestände im anerkannten Saatgut ausschließt. Damit ist schon viel gewonnen. Im übrigen aber liegen die Verhältnisse im Walde ganz anders wie in der Landwirtschaft, so daß man aus der Saatgutenerkennung auf forstlichem Gebiet wahrscheinlich niemals die gleichen Erfolge erzielen wird wie dort.

Es ist von vornherein einem alten Waldbestand sehr schwer anzusehen, ob sein guter oder schlechter Wuchs auf innerer Veranlagung beruht oder auf Zufälligkeiten in seiner Entstehungsgeschichte. Eine gute geschlossene Verjüngung, eine von Wildverbiß, Insektenbefall und andern Beschädigungen freie Entwicklung kann ebenso einem schlechter veranlagten Bestand ein viel besseres Bild verleihen wie beim Vorliegen solcher Zufälle dem besser veranlagten ein schlechteres. Sicher hat bei dem scharfen Kampf ums Dasein im Walde und der langen Lebensdauer der Bestände auch schon eine starke Auslese des Wuchstüchtigsten und Widerstandsfähigsten durch die Natur stattgefunden (Naturauslese). Da, wo die Naturzüchtung mit unseren wirtschaftlichen Zielen nicht übereinstimmt bzw. sich indifferent verhält, wie z. B. bei Geradschäftigkeit, Ästigkeit usw., treffen wir heute diese Auslese durch die immer wiederkehrende Durchforstung in zweckmäßiger Weise selbst ohne züchterische Absichten. Man kann also wohl annehmen, daß durch diese sich gegenseitig ergänzenden Verhältnisse schon ziemlich alles herausgeholt wird, was aus der vorliegenden Population herauszuholen ist. Ob darüber hinaus durch Samenbezug von Elitebeständen oder durch Individualauslese von Elitestämmen die Leistung noch wesentlich zu steigern sein wird, darf vielleicht bezweifelt werden. Ja, man wird sich hier sogar die Frage stellen müssen, ob die Verwendung solch besonders wertvollen und daher auch teureren Saatgutes nicht eine gewisse Verschwendung bedeutet, da von den vielen Zehntausenden bis Hunderttausenden von Samenkörnern, die wir bei der Saat auf einen Hektar bringen, doch nur einige Hundert Stämme bis zu dem Zeitpunkt übrigbleiben, wo es erst auf besonders gute Stammeigenschaften, wie Geradschäftigkeit, Astreinheit u. dgl., ankommt. Für das in jüngeren Beständen anfallende Durchforstungsholz spielen derartige Eigenschaften ja keinerlei Rolle. Es ist daher auch schon der Gedanke aufgetaucht, ob man derartiges auserlesenes Saatgut nicht mit gewöhnlichem mischen soll. Das er-

scheint aber doch bis zu einem gewissen Grade gefährlich, da bei nicht rechtzeitiger und sorgfältiger Bestandespflege das minderwertige durch Breitkronigkeit, Ästigkeit u. dgl. leicht die Oberhand gewinnen könnte. Eher würde zu empfehlen sein, daß man sich bei Verwendung von besonders wertvollem und teurem Saatgut von vornherein auf die Pflanzung beschränkt, die selbst bei nicht zu weitem Verband erheblich sparsamer mit derartigem Samen umgeht wie die Saat. (Daß man damit freilich wieder auf manche Vorteile der Saat gegenüber der Pflanzung verzichten muß, ist sicher.) Jedenfalls aber muß verlangt werden, daß mindestens ein Teil der mit Saatgut von Elitebeständen oder Elitestämmen begründeten Bestände unter dauernde Beobachtung gestellt wird, und daß geeignete Vergleichskulturen angelegt werden, damit wir wenigstens nach einigen Jahrzehnten wissen, ob wir auf dem so eingeschlagenen Wege wirklich etwas erreichen oder nicht.

Dritter Abschnitt. Die Lebenserscheinungen und der Ablauf des Lebens im Walde.

16. Kapitel. Blüten und Früchten.

Allgemeine Bedingungen des Blühens. Zur Ökologie des Waldes gehört auch die Kenntnis seiner hauptsächlichsten Lebenserscheinungen und des Entwicklungsganges, wie er sich im großen Kreislauf von der Verjüngung bis zur Ernte bzw. bis zum natürlichen Tode abspielt. Wir wollen mit denjenigen Vorgängen beginnen, die die Vorbedingungen für die Verjüngung sind, nämlich mit dem Blühen und Fruchten.

Blühen und Fruchten ist nicht immer miteinander verbunden. In manchen Jahren blühen unsere Waldbäume reichlich und tragen doch nur wenig oder gar keine Früchte. Im allgemeinen werden uns nur die guten und schlechten Samenjahre bekannt, da diese sich bei der Verjüngung oder beim Sammeln des Samens deutlich bemerkbar machen. Die Beobachtung des Blühens aber ist wegen der Unscheinbarkeit unserer Baumb Blüten und ihrer Entfernung von der Erde einigermaßen erschwert. Ein Teil unserer Waldbäume wirft aber bald nach dem Blühen die männlichen Blütenstände ab, die sich dann oft in großer Menge auf dem Boden, besonders auf den Waldwegen finden und danach immerhin auf den Umfang der eingetretenen Blüte einigermaßen schließen lassen.

So finden wir die ähnlich wie großer Raupenkot aussehenden männlichen Blütenstände unserer Nadelhölzer, die wurmförmigen Kätzchen der Erlen und Hainbuchen, die unregelmäßigen Träubchen der Eichen und die büscheligen Köpfe der männlichen Buchenblüte. Eine aufmerksame Beobachtung dieser Zeichen am Boden des Waldes ermöglicht oft schon eine richtige Einschätzung des Umfanges der Blüte.

Bei der Rotbuche ist der Blütenansatz sogar schon im Winter vorher zu erkennen, da die Blütenknospen sich durch ihre Größe und rundlichere Form von den schlanken Blattknospen unterscheiden und bei einiger Übung auch von unten her gegen den freien Himmel ganz gut als solche erkannt werden können.

Daß die verschieden starke Blütenbildung der einzelnen Jahre irgendwie von der Witterung abhängen muß, geht schon aus der oft schlagartig über große Gebiete hin einsetzenden Blüte vieler Waldbäume in manchen Jahren hervor, während in anderen Jahren auf ebenso großen Gebieten jede

Blütenbildung unterbleibt. Da die Anlage der Blütenknospen aber schon im Sommer vorher erfolgt, so kann der Zusammenhang niemals in der Witterung des Blütejahres selbst gesucht werden, sondern er muß im Vorjahr liegen. Tatsächlich haben statistische Beobachtungen des Samenertrages bei einzelnen Waldbäumen gezeigt, daß ein heißer und trockener Vorsommer den Blütenansatz zu begünstigen scheint¹. Das tritt besonders bei Bäumen mit selteneren Blütejahren, vor allem bei der Buche hervor, ist aber auch bei den Obstbäumen beobachtet worden.

Die physiologischen Ursachen der Blütenbildung sind von namhaften Botanikern, besonders eingehend von Klebs, auf experimentellem Wege erforscht. Es ist danach bis zu einem gewissen Grade wahrscheinlich gemacht worden, daß eine Anhäufung der organischen Nährstoffe, insbesondere der Kohlenhydrate, im Verhältnis zu den anorganischen Stoffen (Nährsalzen) die Blütenbildung bedingt, so zwar, daß sie erst bei einer gewissen Größe des Faktors $\frac{C}{N}$ eintritt und mit ihm steigt und fällt.

Es stimmen damit auch eine ganze Anzahl von ökologischen Beobachtungen gut überein. So könnte man den reichen Blütenansatz in heißen, trockenen Sommern mit der gesteigerten Assimilation bei verringerter Nährsalzaufnahme erklären. Ebendahin gehört die gärtnerische Erfahrung, daß Wurzelverschnitt oder Ringelung bei Obstbäumen, die bisher nicht geblüht haben, diese zum Blühen veranlassen kann. Eine ähnliche Wirkung beschränkter Nährstoffzufuhr (Hungerfruchtbarkeit genannt) kann man mitunter an jungen, sonst noch nicht mannbar Bäumchen beobachten, wenn sie irgendwie schwer erkrankt sind. So fand ich einmal eine junge Douglasie, deren Wurzel vom Hallimasch befallen war, und die als einzige unter vielen Hundert gleichaltrigen Pflanzen kurz vor ihrem Eingehen noch vorzeitig und reichlich geblüht und Zapfen angesetzt hatte (Abb. 109). Ähnlich würde vielleicht auch das frühe und häufige Blühen unserer Ödlandskiefern (Kusseln) zu erklären sein, die bei verhältnismäßig großen und allseitig belichteten Kronen ein sehr extensives und oberflächlich entwickeltes Wurzelsystem haben, so daß in Trockenzeiten die Nährstoffaufnahme



Abb. 109. Frühreife einer ca. 15jährigen Douglasie kurz vor ihrem Eingehen durch den Hallimasch. Der Wipfel war dicht mit Zapfen besetzt, die auch einige keimfähige Samen enthielten. Einziger fruchtender Baum unter vielen Hundert gleichaltrigen (Oberförsterei Chorin).

Phot. A. Dengler.

¹ Seeger: Samenproduktion der Waldbäume in Baden. Naturwiss. Z. f. Forst- u. Landwirtsch. 1913, S. 529.

recht beschränkt sein wird, während verhältnismäßig viel Assimilate gebildet werden können.

Diesen Beispielen für die Klebssche Anschauung scheinen aber auch andere Beobachtungen entgegenzustehen. So die Tatsache, daß Stockausschläge viel früher fruchten wie aus Samen hervorgegangene Bäume, trotzdem die ersteren doch meist ein größeres Wurzelsystem haben und daher die Nährsalzzufuhr verhältnismäßig erhöht sein muß, wie sich das auch in dem üppigeren vegetativen Wachstum verrät. Ähnlich müßte das in Amerika hier und da geübte „Mulschen“ wirken, bei dem der Boden unter Obstbäumen mit Streu, Gras u. dgl. dick abgedeckt und damit feuchter erhalten wird. Es sollen bedeutende Steigerungen des Obstertrages danach beobachtet sein. Widersprechend ist auch die oft gemachte Beobachtung, daß geköpfte oder sonstwie verstümmelte Bäume und Äste zu vorzeitiger und manchmal abnorm starker Samenbildung neigen¹. In Frankreich wird nach den Mitteilungen von Schott ein solcher Verstümmelungsbetrieb bei der Kiefer geradezu zur leichteren und reichlicheren Zapfengewinnung durchgeführt. Ein ähnlicher Versuch von Busse² bei etwa 20-jährigen Kiefern zeigte ebenfalls ein verstärktes Blühen. Man hat daher derartige Maßregeln sogar für Züchtungszwecke bei Waldbäumen vorgeschlagen, um bei Elitezuchten rasch wieder Samen in der zweiten Generation zu erhalten. In allen derartigen Fällen scheint die Theorie von Klebs nicht zu stimmen oder doch zur Erklärung nicht hinzureichen. Auch vom rein physiologischen Standpunkt bestehen noch manche Bedenken³.

Mannbarkeit. Im allgemeinen blühen unsere Waldbäume erst nach Erreichung eines gewissen Lebensalters (Mannbarkeitsalter). Dieses ist bei den einzelnen Arten verschieden, unterliegt bei derselben Art aber auch äußeren Einwirkungen. Alle Arten blühen im Freiland gewöhnlich früher als im geschlossenen Bestand, im Durchschnitt etwa 10—20 Jahre. Dementsprechend zeigen auch Randstämme immer reichlicheres Blühen und Fruchten als Innenstämme, und es ist ein alter und durch die Erfahrung erprobter Grundsatz, daß man durch Freistellung der Kronen diese zu reichlicherem Blütenansatz erziehen kann.

Zu den am frühesten mannbar werdenden Holzarten rechnen im allgemeinen Birke, Erle, Lärche und Kiefer (im Freiland 10—12 Jahre). Danach folgen Hainbuche, Linden, Ahorne mit etwa 20—30 Jahren, Eichen und Fichten mit 30—40 Jahren, die Rotbuche mit 40—50 und am spätesten die Tanne mit 50—60 Jahren. Doch sind das nur grobe Durchschnittswerte, die im einzelnen vielerlei Abweichungen zeigen.

Blütezeiten der Holzarten. Die Blütezeiten der einzelnen Arten im Jahre sind sehr verschieden. Im wärmsten Teil von Süddeutschland liegen sie etwa 3 Wochen früher wie im kältesten Teil Nordostdeutschlands (Ostpreußen). Die durchschnittliche Blütezeit fällt im mittleren Norddeutschland etwa in folgende Monate: Ende Februar—Mitte März: Hasel; März—April: Erle, Weiden, Aspe, Rüstern, Spitzahorn; April—Mai: Lärche, Esche, Birke, beide Eichen, Hainbuche, Bergahorn; Mai—Juni: Fichte, Kiefer, Tanne; Juni—Juli: Linde, EBkastanie, Akazie.

Vielfach wird angegeben, daß die Stieleiche 8—14 Tage vor der Traubeneiche blühen und austreiben soll. Weder die 10-jährigen forstlich-phänologischen Beobachtungen der deutschen forstlichen Versuchsanstalten⁴, noch die in der Schweiz von Burger⁵ haben das bestätigen können. Da reine Vertreter beider Arten auf vergleichbaren Standorten nicht immer vorhanden sind, so sind die Beobachtungen wohl oft sehr erschwert. Wo der Fehler liegt, ist nicht zu entscheiden.

¹ Im Jb. d. dtsch. dendrol. Ges. 1919, Tafel 20, findet sich die Abbildung einer jungen *Picea pungens*, der jahrelang die oberen Triebe ausgebrochen wurden, und die sich dann mit Hunderten von Zapfen bedeckte.

² Busse: Blüten- und Fruchtbildung künstlich verletzter Kiefern. Forstwiss. Zbl. 1924, H. 8.

³ Vgl. dazu Benecke u. Jost: Pflanzenphysiologie, 4. Aufl., Bd. 2, S. 182.

⁴ Herausgegeben von Wimmenauer. Berlin 1897.

⁵ Burger: Über morphologische und biologische Eigenschaften der Stiel- und Traubeneiche. Mitt. d. schweiz. Zentralanst. f. d. forstl. Versuchswes. 1914, S. 332.

Die großblättrige Sommerlinde blüht 8—10 Tage früher als die kleinblättrige Linde. Hier liegen übereinstimmende Beobachtungen, besonders von seiten der Bienenzüchter, vor.

Bestäubung und Befruchtung. Die Bestäubung und damit auch der Eintritt der Befruchtung ist wie bei allen Blütenpflanzen in hohem Maße vom Wetter abhängig. Nasses und regnerisches Wetter behindert sowohl die Bestäubung durch den Wind, weil sich die Antheren dann nicht öffnen und etwa in der Luft befindlicher Blütenstaub von den Regentropfen zu Boden geführt wird, ebenso hemmt der Regen auch den Blütenbesuch durch Insekten. Kurze Regenschauer mit dazwischen auftretendem Sonnenschein sind aber offenbar weniger schädlich, da nach eigenen Beobachtungen bei der Kiefer das Stäuben in Zwischenzeiten von oft nur einstündiger Dauer bereits wieder beginnt, ebenso fliegen auch die Bienen dann wieder.

Die meisten unserer einheimischen Waldbäume sind Windbestäuber, so alle unsere Nadelhölzer, und unter den Laubbälzern die Eiche, Buche, Erle, Hasel, Birke, Hainbuche und Aspe. Alle diese Arten haben ja getrenntgeschlechtliche Blüten, die weder in Farbe und Duft noch durch Nektarbildung irgendwelche Anlockungsmittel für Insekten besitzen, dagegen durch ihren großen Pollenreichtum, vielfach auch durch lockere, hängende Form der männlichen Blütenstände (Kätzchen) ganz auf Windverbreitung eingerichtet sind.

Allerdings wird der Pollen mancher Arten, z. B. der Tanne, auch von den Bienen gesammelt, ohne daß aber der Besuch auch weiblicher Blüten beobachtet ist. Die Eßkastanie, deren Blütenstände unten meist weiblich, oben männlich sind, und deren Blüten neben einem starken Duft auch gelegentlich Nektartröpfchen zeigen, soll teils wind-, teils insektenblütig sein. Auch die mehr oder minder zwittrblütigen Rüstern sind Windbestäuber, während umgekehrt die nicht nur eingeschlechtlichen, sondern sogar einhäusigen Weiden wieder vorwiegend durch Insekten bestäubt werden und dementsprechend auch Nektarausscheidung besitzen. Bekannt ist ja die wichtige Rolle der frühen Sahlweidenblüte für die ersten Ausflüge der Bienen.

Unsere Linden, Ahorne, die Sorbus-, Prunus- und Pirusarten sowie die eingeführte Robinie sind reine Insektenblütler.

Offenbar ist die vorherrschende Windblütigkeit in der Baumflora der mittel- und nordeuropäischen Länder im Gegensatz zu den subtropischen und tropischen Wäldern eine Anpassung an das ungünstigere Klima der Blütezeit, die notwendigerweise früh sein muß, damit der Same noch ausreifen kann, andererseits aber den Insektenbeflug oft behindert. Man kann in der relativen Seltenheit des Vorkommens unserer insektenblütigen Waldbäume gegenüber dem massenhaften Auftreten der Windblütler, besonders der am meisten pollenerzeugenden Nadelhölzer vielleicht einen gewissen Zusammenhang mit diesen Verhältnissen sehen. Aber daß dabei auch noch andere Umstände mitsprechen, ist sehr wahrscheinlich.

Für die Sicherheit und die Art der Bestäubung, ob Kreuzbestäubung oder Selbstbestäubung, ist natürlich die Stellung und Verteilung der Blüten in der Baumkrone von Bedeutung. Darwin sah schon in der auffälligen Häufigkeit der eingeschlechtigkeit bei den Waldbäumen ein Mittel, um die Eigenbestäubung möglichst zu verhindern. Doch dürfte außerdem auch die Verteilung der männlichen und weiblichen Blüten am Einzelbaum hierbei von starkem Einfluß sein.

Bei Fichte und Tanne sind diese ziemlich voneinander getrennt, indem die weiblichen sich meist auf die obere Kronenspitze beschränken, während die männlichen mehr unten sitzen. Bei der Kiefer ist diese Trennung zwar nicht so stark ausgeprägt, aber eine Neigung dazu ist ebenfalls unverkennbar. Bei den Laubbälzern, soweit diese nicht überhaupt zwittrblütig sind, sind aber männ-

liche und weibliche Blütenstände durcheinandergestellt, bei Eiche und Buche stehen sie sogar vielfach ganz dicht beieinander am selben Kurztrieb. Daß eine derartige Mischung bzw. Nachbarschaft die Eigenbestäubung eigentlich erleichtern müßte, ist anzunehmen. Genauere Beobachtungen fehlen aber vollständig.

Im allgemeinen will man bei alleinstehenden Waldbäumen, besonders bei der Buche und noch mehr bei Parkbäumen, vielfach Unfruchtbarkeit oder Taubsamigkeit beobachtet haben, die man auf die Erfolglosigkeit der Eigenbestäubung zurückführt. Da man in anderen Fällen aber wieder die Bildung durchaus keimfähiger Samen feststellen mußte, so kann man hier keine allgemeinen Folgerungen ziehen.

Für die Fichte hat Sylvén¹ die Möglichkeit erfolgreicher Eigenbestäubung nachgewiesen, doch zeigten die Samen etwas geringere Keimfähigkeit und die Keimlinge anscheinend auch Degeneration, da etwa 33 % davon eingingen, während von den aus Kreuzbestäubung hervorgegangenen Vergleichspflanzen nur 9 % abstarben. Auch für die Kiefer ist nach einem Versuch von Sylvén und einigen von mir angestellten die Selbstbestäubung zwar möglich, aber offenbar schlechter und unsicherer. Ich habe im Vergleich zu Kreuzbestäubungen sehr oft gar keinen Zapfenansatz, und in den wenigen gut ausgebildeten Zapfen auch sehr viele taube Samen erhalten.

Die Menge des Pollens ist besonders bei den windblütigen Nadelhölzern ungeheuer groß. Bei der Flugfähigkeit des Pollens werden in Blütejahren oft riesige Mengen weit weggeführt und bei Regen niedergeschlagen, so daß sich Straßen und Rinnsteine gelb färben, was im Mittelalter zu abergläubischen Vorstellungen von „Schwefelregen“ geführt hat. So wurde in Kopenhagen am 25. Mai 1804 ein solcher außerordentlich starker Pollenanflug beobachtet, der nach der Windrichtung aus den mecklenburgischen Kiefernwaldungen stammen mußte, also aus mindestens 150 km Entfernung.

Sehr interessante Beobachtungen hat Hesselman im Jahre 1918 auf zwei Feuerschiffen im Bottnischen Meerbusen angestellt, wobei der anfliegende Pollen täglich in Petrischalen aufgefangen und dann mikroskopisch bestimmt und gezählt wurde. Die Zahl der Pollen, die in der Zeit vom 16. Mai bis 26. Juni anflug, betrug pro Quadratmillimeter Fläche:

	Feuerschiff I 30 km vom Land	Feuerschiff II 55 km vom Land
Fichte	7 Stück	4 Stück
Kiefer	2 ..	1 ..
Birke	7 ..	4 ..

Der Pollen stammte jedenfalls wohl von der schwedischen Küste, da meist westliche Winde wehten und auch die Verdünnung des Pollens auf Schiff II (25 km weiter

seewärts) dafür spricht. Dort betrug ja die Pollenmenge nur noch die Hälfte wie auf Schiff I. Wenn Hesselman nach diesen Ergebnissen auf die Möglichkeit einer Fernbestäubung unserer Waldbäume durch eine entfernte Rasse hinweist, so ist das nicht abzuleugnen. Immerhin sind 4 Pollenkörner je Quadratmillimeter auf 55 km Entfernung doch wohl zu wenig, um eine mehr als vereinzelte Bestäubung der vielen Samenanlagen einer weiblichen Kiefernblüte zu bewirken. Außerdem ist die Zeit der Empfängnisfähigkeit nach meinen bisherigen Beobachtungen und Bestäubungsversuchen wahrscheinlich höchst kurz, bei der einzelnen Blüte wohl nur wenige Tage, am ganzen Baum etwa 10—14 Tage, so daß es schon eines Zusammentreffens vieler besonderer Umstände bedürfen wird, wenn einmal eine umfangreichere Fernbestäubung glücken soll.

Störungen der Bestäubung und Fruchtbildung. Sehr viel Schaden richten oft die späten Frühlingsfröste in der Blütezeit an. Besonders ist das bei der

¹ Sylvén: Über Selbstbestäubungsversuche mit Kiefer und Fichte. Mitt. d. schwed. forstl. Versuchsanst. 1910, H. 7.

Eiche und Buche beobachtet worden¹, wo nach solchen Frösten die Blüten schwarz werden und abfallen. Auch die weitere Witterung ist gerade bei diesen beiden Arten von Einfluß auf die erfolgreiche Samenausbildung. So bleibt in kalten Sommern die Eichel klein und grün bis in den Spätherbst hinein, erfriert dann bei den ersten Oktoberfrösten und wird dabei innen ganz schwarz. Bei der Buche vertrocknen in heißen und trockenen Sommern die Bucheckern und bleiben massenhaft taub. Auch tierische Schädlinge haben gelegentlich großen Ausfall der Ernte verursacht.

So *Balaninus glandium* an der Eiche (wurmige Eicheln), *Orchestes fagi* an der Buche (verkrüppelte Kupula). Die häufige Taubheit des Birkensamens ist auf eine Gallmücke (*Cecidomyia betulae*) zurückzuführen. Ebenso schadet bei der Eiche der Fraß des Wicklers (*Tortrix viridana*) mittelbar dadurch, daß er die Assimilation stark unterbindet, und es dann nicht zur Blütenbildung kommen läßt. Bei der Kiefer dürfte auch der Fraß des großen Waldgärtners (*Hylesinus piniperda*) in den jungen Trieben, die dann abbrechen, viele Blütenansätze gerade im oberen Kronenteil vernichten und damit bei starkem Auftreten oft schmälern wirken.

Fruchtreife. Die Reifezeit nach der Blüte ist bei einigen Waldbäumen sehr kurz: Weiden, Pappeln und Rüstern reifen ihren Samen schon im Spätfrühling (Mai—Juni). Er fällt dann auch gleich vom Baum und besitzt nur ganz kurze Zeit danach noch Keimfähigkeit, die bei allen drei Arten überhaupt sehr gering ist. Bei den Nüchtern ist oft sogar aller Same trotz reichen Ansatzes taub. Die Birke reift etwa vom Juli ab, doch bleiben ihre Samenkätzchen z. T. noch bis spät in den Herbst hinein am Baum. Diese sind dann auch meist taub, während die früher ausfallenden meist etwas besser keimen, obwohl der Anteil der keimfähigen Samen auch bei der Birke nur gering ist. Alle übrigen Holzarten werden erst im Spätherbst reif, die Kiefernarten, die Zerreiche und die amerikanische Roteiche sogar erst im Herbst des zweiten Jahres. Der Same fällt teils noch im Herbst ab, teils bleibt er noch bis zum nächsten Frühjahr am Baum. So bei Kiefer und Lärche und größtenteils auch bei Fichte, die aber bei warmer Spätherbstwitterung einen Teil schon dann abfliegen läßt. Die Weimutskiefer, Tanne und Douglasie entlassen ihre Samen ganz allgemein schon im Herbst von September an. Von den Laubhölzern behalten Esche und Akazie, auch Bergahorn und Winterlinde ihre Samen oft bis spät in den Winter bzw. bis ins Frühjahr hinein am Baum. Daß diese Verhältnisse für die Fortpflanzung und Verbreitung der Arten von Bedeutung sein müssen, liegt auf der Hand. Genauere Beobachtungen darüber, wie sich hier Vorteile und Nachteile nach der einen und anderen Richtung hin auswirken, besitzen wir aber nicht. Das frühe Abfallen im Herbst bringt wohl bessere Bedeckung und Einbringung der Samen ins Keimbett mit sich, dagegen vergrößert es auch wieder die Gefahr des Verschimmeln und Verderbens und bedingt stärkeren Verlust durch die Tiere des Waldes, besonders Wild und Mäuse.

Eine Beobachtung von Michaelis² nach der reichen Buchenmast des Jahres 1909 ergab, daß von durchschnittlich 522 Bucheln je Quadratmeter im Herbst 316 Stück oder 61 % bis zum Frühjahr verschwunden waren. Von den noch übriggebliebenen 206 Stück waren 68 taub, 31 faul. Die Anzahl der tauben war fast gleichgeblieben (68 gegen 66 im Herbst), ein Zeichen, daß die Tiere diese erkennen und liegenlassen. Hauptsächlich beteiligt waren Mäuse und große Scharen von Bergfinken.

So schlimm solche Verluste zunächst aussehen, so notwendig erscheint doch letzten Endes eine starke Einschränkung bei starkem Samenertrag, damit die

¹ Vgl. die langjährigen Beobachtungen von Lauprecht über Buchen- und Eichenblüte- und Samenjahre im Zusammenhang mit der Witterung. Z. f. Forst- u. Jagdwes. 1875, S. 246 ff.

² Michaelis: Einiges zur Buchenmast. 1909. Z. f. Forst- u. Jagdwes. 1911, S. 267.

Verjüngung sich nicht gegenseitig auffressen und frühzeitig verkümmern soll. Wir müssen darin vielmehr oft eines jener Mittel sehen, die das Gleichgewicht in der Lebensgemeinschaft des Waldes zum eigenen Vorteil regeln.

Größe und Häufigkeit des Samenertrages. Die Größe des Samenertrages ist bei den einzelnen Holzarten von Jahr zu Jahr in den einzelnen Gegenden schwankend. Erhebungen hierüber sind in Preußen während der 20 Jahre 1875—94 durchgeführt und von Schwappach¹ bearbeitet worden. Die danach berechnete Ernteziffer gibt in Prozenten an, wieviel im Durchschnitt des ganzen Landes von einer Vollernte für jede Holzart eingebracht ist.

Die einzelnen Arten bilden danach bezüglich ihrer Samenerzeugung folgende Reihe:

1. Birke . . .	mit durchschnittlich jährlich	44,8 %	einer Vollernte
2. Hainbuche	„ „ „	42,0 %	„ „
3. Erle . . .	„ „ „	39,9 %	„ „
4. Kiefer . . .	„ „ „	37,6 %	„ „
5. Fichte . . .	„ „ „	37,1 %	„ „
6. Tanne . . .	„ „ „	34,5 %	„ „
7. Esche . . .	„ „ „	33,3 %	„ „
8. Eiche . . .	„ „ „	17,1 %	„ „
9. Rotbuche .	„ „ „	16,2 %	„ „

Die leichtsamigen Laubhölzer erzeugen danach relativ am häufigsten, die schwersamigen am seltensten eine Vollernte, die Nadelhölzer und die Esche stehen etwa in der Mitte, verhalten sich aber mehr wie die leichtsamigen Laubhölzer. Trotzdem die obigen Zahlen nach der Art der Erhebung und ihrer Berechnung mehr die wirtschaftlich wichtige Größe der Samenernte innerhalb des ganzen Landes zum Ausdruck bringen, spiegeln sich in ihnen doch offenbar auch die ökologischen Eigentümlichkeiten wieder. Besonders spricht sich im Verhalten der Eiche und Buche die schon von Hartig festgestellte starke Inanspruchnahme der Reservestoffe für die Samenbildung aus.

Hartig² fand gerade bei der Buche nach vollen Samenjahren eine fast vollständige Entleerung der Markstrahlzellen von Stärkekörnern, die sich dann erst langsam wieder auffüllen müssen, ehe neuer Samen gebildet werden kann. Es folgt daher auch bei der Buche nach einem besonders guten Samenjahr meist ein besonders schlechtes.

Den Wechsel der größeren und geringeren Ernten im Verlauf von 20 Beobachtungsjahren zeigen die graphischen Darstellungen, die der Schwappachschen Arbeit entnommen sind (vgl. Abb. 110).

Die Ernte bei der Eiche ist erheblich mehr ausgeglichen als bei der Buche, die sich in den schärfsten Sprüngen nach oben und unten bewegt. Ähnlich verhält sich unter den Nadelhölzern die Kiefer gegenüber der Fichte und Tanne, die im Samenertrag der verschiedenen Jahre überhaupt eine bemerkenswert große Übereinstimmung zeigen, die eben ihrer auch sonst großen Ähnlichkeit in ökologischer Beziehung entspricht.

Innerhalb Preußens zeigen die westlichen Bezirke bei Eiche, Buche und Hainbuche viel öfter gute Samenjahre als die östlichen, während dies für Birke, Erle, Kiefer und Fichte nicht hervortritt. Die Tanne fehlt in zu vielen Bezirken, um dafür Anhaltspunkte zu bieten. Für Baden fand

¹ Schwappach: Die Samenproduktion der wichtigsten Waldholzarten in Preußen. Z. f. Forst- u. Jagdwes. 1895, S. 147 ff.

² Hartig, R.: Lehrbuch der Anatomie und Physiologie der Pflanzen, S. 252. 1891. Übrigens sprechen diese Feststellungen Hartigs wieder sehr stark zugunsten der Klebschen Theorie von der Bedeutung des Quotienten $\frac{C}{N}$!

Seeger¹ für die Tanne den besten Samenertrag im Schwarzwald, und zwar besonders auf den Westhängen. Bei Eiche und Buche zeigte sich ein deutlicher Minderertrag in ausgesprochenen Spätfrostgebieten.

Im allgemeinen bestätigen die statistischen Feststellungen das schon von H. Mayr ausgesprochene Gesetz, daß die Holzarten in ihrem Optimum den besten und regelmäßigsten Samenertrag zeigen, und daß dieser besonders nach der Kältegrenze zu stark abnimmt.

Im nördlichen Finnland² trägt die Kiefer nur noch alle 10—20 Jahre Samen, und nach der Waldgrenze zu nimmt der Zeitraum dann so rasch zu, daß man dort nur etwa alle 100 Jahre einmal auf eine ausreichende Verjüngung rechnen kann, wobei allerdings auch die ungünstigen Verhältnisse für die Keimung und erste Entwicklung der jungen Pflanzen mitsprechen werden.

Die Größe des Samenertrages pflegt man nach altem Sprachgebrauch in der forstlichen Praxis als Vollmast, Halbmast, Viertelast und Fehlmast

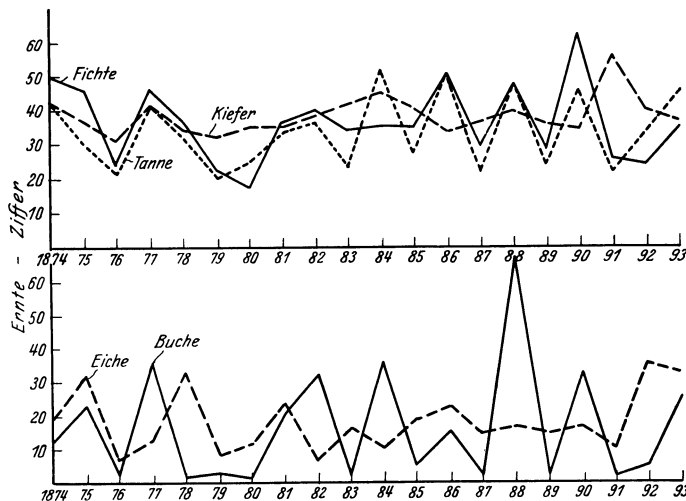


Abb. 110. Samenertrag der Hauptholzarten in Preußen in den Jahren 1874/93. Ernteziffer in Prozenten einer Vollernte. Nach Schwappach.

zu bezeichnen. Wenn nur vereinzelte Bäume Samenbehang zeigen, spricht man von Sprengmast, wenn nur die obersten Kronenspitzen solchen haben, auch wohl von Gipfelmast. Diese Ausdrücke stammen noch aus der Zeit, wo die Eichen- und Buchenwäldungen regelmäßig von Schweinen beweidet wurden, und wo die „Mästung“ oder „Feistung“ ganz von dem jeweiligen Samenertrag abhängig war. Man findet daher noch in vielen alten Chroniken solche guten Mastjahre ebenso wie Fehlmastjahre besonders verzeichnet. Aus der Zahl der eingetriebenen Schweine kann man schließen, daß der Samenertrag früher viel reicher gewesen sein muß, was wohl mit der viel lockeren Stellung der Oberholzbäume in dem damaligen Mittelwaldbetrieb zusammenhängt³.

Die Zeitspanne, in der man in Nord- und Mitteldeutschland im einzelnen Wald auf eine den wirtschaftlichen Bedarf deckende gute Jahresernte rechnen

¹ Seeger: Ein Beitrag zur Samenproduktion der Waldbäume im Großherzogtum Baden. Naturwiss. Z. f. Forst- u. Landwirtsch. 1913, S. 529ff.

² Lakari: Studien über Samenjahre und Altersverhältnisse der Kiefernwälder auf nordfinnischem Heideboden. Acta forestalia fennica 1915.

³ So betrug nach Hausrath die Einnahme aus der Mastnutzung in der Lußhardt in der Pfalz im Jahre 1547 = 10000 Gulden oder etwa 10 M. je Hektar!

darf, beträgt etwa im Durchschnitt bei den Hauptholzarten: alljährlich: bei Birke, Erle, Hainbuche; alle 1—2 Jahre: bei Ruster, Ahorn, Esche und Linde; alle 3—4 Jahre bei Kiefer, Fichte, Tanne; alle 5—6 Jahre bei der Eiche; alle 6—8 Jahre bei der Buche.

Im einzelnen treten aber viele Abweichungen auf.

Besonders hervorragende Vollmasten im vergangenen und diesem Jahrhundert waren 1811 und 1834 für Eiche und Buche gleichzeitig, 1888 und 1918 vorwiegend für die Buche. Eine Reihe weniger allgemeiner Vollmasten schieben sich aber dazwischen.

So werden noch genannt für Eiche: 1811, 1822, 1825, 1829, 1834, 1840, 1842, 1850, 1857, 1874, 1878, 1881, 1886, 1892, 1893;

für Buche: 1800, 1811, 1823, 1834, 1847, 1853, 1858, 1869, 1877, 1884, 1888, 1890, 1909, 1912, 1918, 1922.

Einzelne dieser guten Mastjahre, besonders bei der Eiche, sollen auffällig mit guten Weinjahren zusammentreffen!

Samenertrag der einzelnen Bäume. Über die absolute Größe des Samenertrages von Einzelbäumen und Beständen wissen wir einiges aus Untersuchungen von Kienitz¹ und mehrerer russischer Forscher. Kienitz stellte in dem guten Samenjahr 1880 an drei Kiefern im Alter von 90 bis 100 Jahren mit einzelstehenden großen Kronen je 1560, 1630 und 2730 Zapfen fest. Da man auf einen Zapfen etwa 30—40 gut ausgebildete Körner rechnen kann, hätte ein Stamm allein 50—80000 Samen erzeugt. Sehr viel geringer war die Zahl der Zapfen aber in einem geschlossenen 90jährigen Kiefernbestand. An 42 Stämmen wurden zusammen nur 4537 Zapfen, also je Stamm wenig mehr als 100 Zapfen gefunden. Die Einzelstämme zeigten aber sehr große Schwankungen von 0 bis 526, ohne daß ein bestimmter Zusammenhang mit der Kronenausbildung gefunden werden konnte. Sehr viel höhere Durchschnittszahlen im Bestande — je Stamm bis 900 Stück — wurden in Rußland gefunden². Aber auch hier zeigten Überhälter und frei stehende Bäume bedeutend mehr Zapfenansatz. Sehr wertvoll ist hierbei die Feststellung, daß bei diesen 1 kg Zweigreisig 5—12 Zapfen erzeugt hatte, im geschlossenen Bestand aber nur 1—3 Zapfen. Die Samenerzeugung wächst also nicht proportional mit der Kronengröße, sondern bedeutend stärker.

Auf andere Weise, nämlich durch Aufstellung großer trichterartiger Auffanggefäße haben andere russische Forscher die auf die Bodenfläche auffallenden Samenmengen festzustellen gesucht. In einem Kiefernbestand wurden danach auf 1 qm im Durchschnitt 292 Samenkörner gefunden, wobei es sich nicht um ein einzelnes, besonders günstiges Samenjahr handelte, sondern um den Durchschnitt aus vier aufeinanderfolgenden Beobachtungsjahren. Die Zahlen in den einzelnen Gefäßen schwankten aber sehr stark, zwischen 537 bis nur 51 Körnern! Ähnliche Untersuchungen in einem 100 bis 120jährigen Fichtenbestande ergaben pro Quadratmeter im Bestand selbst 700 Körner, am Bestandsrand 544, auf einer angrenzenden Schlagfläche, 21 m von dem einen und 42 m vom anderen Bestand entfernt, nur 76 Körner. Hält man damit die Feststellung von Michaelis für die Buche in einem guten Samenjahr — 522 Samen je Quadratmeter — und die ungefähre Berechnung von Borggreve für eine große Birke zusammen, die nach ihm ungefähr 30 Millionen Samen erzeugt hatte, so kann man allerdings mit Morosow sagen, daß „die Natur mit vollen Händen sät“. Man muß aber einschränkend hinzusetzen: leider auch zeitlich und örtlich sehr ungleichmäßig! Davon kann man

¹ Kienitz: Beobachtungen über die Zapfenmenge an Kiefern. Z. f. Forst- u. Jagdwes. 1881, S. 549.

² Vgl. hierzu die sehr eingehende Darstellung der russischen Arbeiten auf diesem Gebiet bei Morosow: Die Lehre vom Walde, S. 217ff. 1928.

sich bei jeder Naturverjüngung überzeugen, wo immer neben übervollen Plätzen solche vorkommen, wo viel zu wenig bis gar keine Samen hingefallen sind, was für die wirtschaftlichen Anforderungen, die wir an die Entwicklung des Bestandes stellen müssen, oft von recht weittragender Bedeutung ist.

Zum Schluß noch einige Bemerkungen über das Blühen und Fruchten in den Unterschichten des Waldes. Während bei den Waldbäumen, wie wir sahen, die Windblütler vorherrschen, finden wir diese in der Strauchschicht nur durch die Hasel und den Wacholder vertreten, alle anderen hauptsächlichlichen Waldsträucher sind Insektenblütler. In der Kräuterschicht treten zwar in den Gräsern wieder die Windblütler mehr hervor, aber viele davon sind wohl weniger auf Fortpflanzung durch Samen als durch Ausläufer, Kriechtriebe u. dgl. eingestellt. Ebenso gilt das für unsere weitverbreiteten Zwergsträucher, die *Vaccinium*arten und *Calluna*, die zwar starken Blüten- und oft auch reichlichen Fruchtansatz zeigen, ohne daß man im Durchschnitt viel junge Keimpflänzchen im Walde findet. Am meisten ist das noch bei der Heide der Fall. Die Blütezeit ist bei den Unterschichten des Waldes sehr verschieden. In den Schattholzbeständen, besonders im Buchenwald, treten fast nur Frühblüher auf, die die Zeit vor dem Laubausbruch ausnützen, wie z. B. *Anemone*, *Waldmeister*, *Leberblümchen*, *Simse* u. v. a. Im lichten Birken- und Kiefernwald aber ist die Blütezeit über den ganzen Sommer verteilt und treten auch noch Spätblüher, wie die Heide, auf. Es zeigt sich also eine feine Anpassung an die verschiedenen Lichtverhältnisse der einzelnen Bestandesarten.

17. Kapitel. Vermehrung und Verbreitung.

Die Arten der Vermehrung. Die hauptsächlichste Vermehrungsart bei den Waldbäumen ist die durch Samen (sexuelle Vermehrung). Doch treten hier und da auch im Naturwalde, noch mehr aber im Wirtschaftswalde, auch vegetative Vermehrungsformen auf. Man pflegt die aus Samen hervorgegangenen Jungpflanzen als Kernwuchs zu bezeichnen, die aus vegetativer Vermehrung als Ausschlag. Je nachdem dieser an verschiedenen Teilen der Mutterpflanze entsteht, unterscheidet man Stockausschlag, Stamm-, Ast- und Wurzel-ausschlag.

In der forstlichen Wirtschaft wird bei manchen Betriebsformen fast ausschließlich die Ausschlagverjüngung, und zwar schon seit Jahrhunderten, wenn nicht Jahrtausenden (vgl. S. 96) angewendet. Man hat daran vielfach die Vermutung geknüpft, dies müsse zu Entartungserscheinungen führen. Eine solche glaubte man z. B. bei der nur durch Stecklinge vermehrten Pyramidenpappel¹ zu finden, als sich gelegentlich Kümern und Absterben ganzer Pappelalleen zeigte. Die Erscheinungen sind aber wahrscheinlich nur auf äußere ungünstige Umstände zurückzuführen. Auch an den fast nur durch Stecklinge vermehrten Kulturweiden und an den vielen jahrhundertealten Stockausschlagbeständen des Eichenniederwaldes ist nichts zu bemerken, was wirklich auf Entartung hindeuten würde. Die in Kreisen der forstlichen Praxis vielfach verbreitete Meinung, daß Stockausschlagbestände keinen keimfähigen Samen ergeben, ist jedenfalls nicht richtig. Geringe Wüchsigkeit und frühzeitige Kernfäule lassen sich meist durch Bodenrückgang und Infektion von den alten Mutterstöcken aus erklären und haben nichts mit Entartung zu tun.

Vegetative Vermehrung im Walde. Die Fähigkeit zur Ausschlagbildung ist den einzelnen Holzarten in sehr verschiedenem Maße eigen. Den Nadel-

¹ Es kommen hier fast nur männliche Individuen in Deutschland vor, und es sind nur ganz wenige weibliche bekannt.

hölzern fehlt sie so gut wie ganz. Nur die Eibe besitzt sie unter unseren einheimischen Nadelhölzern, und zwar in hohem Grade. Es kommen sowohl Absenkerbildungen aus niederliegenden Ästen als auch Stockausschläge am unteren Stammende bei ihr vor.

Sehr starke Eiben sind häufig deswegen in ihrem Alter überschätzt worden, weil sie aus mehreren solchen dicht stehenden und später ganz miteinander verwachsenen Stockausschlägen bestanden. Von den ausländischen Nadelhölzern zeigen noch mehrere andere Arten Ausschlagfähigkeit, z. B. die Thuja-Arten.

Die Laubhölzer besitzen mehr oder minder alle Ausschlagfähigkeit. Am stärksten wohl Weiden, Pappeln, Erlen, Hainbuche und Haselnuß, am geringsten Birke und Rotbuche. Am reichlichsten und kräftigsten pflegt die Ausschlagbildung im jugendlichen Alter zu sein. Etwa vom 40. Jahre an nimmt sie mehr und mehr ab. Besonders tritt das bei den an sich schon schlechter ausschlagenden Arten, wie Birke und Rotbuche, hervor.

Kräftiger und feuchter Boden, sowie Licht (oder Wärme) begünstigen die Ausschlagbildung, Schatten hält sie zurück, so daß man das geradezu benützt, um unerwünschten Ausschlag zu unterdrücken, z. B. bei Umwandlung alter Mittelwäldungen in Hochwald.

Manche Holzarten schlagen besser tief am Stock aus, andere etwas höher. Gute Ausschlagfähigkeit bis hoch in den Stamm herauf besitzen Weiden, Pappeln, Hainbuche, wohl auch noch einige andere Arten, bei denen das aber nicht so bekannt ist wie bei den genannten, die früher vielfach geköpft wurden, um aus dem dichten Ausschlag Flechtruten oder Laubheu zu gewinnen. Sehr tief am Wurzelstock und z. T. schon unter der Erde treiben besonders gern Birke und Eßkastanie, ebenso die Haselnuß aus.

Eigentliche Wurzelbrut, d. h. Ausschläge an oberflächlich streichenden Seitenwurzeln, oft mehrere Meter weit vom Stamm entfernt, besitzen vor allen Dingen Aspe, Weißerle, Rüster, Feldahorn, die Wildobstbäume und die Robinie. Die Wurzelbrut erfolgt besonders gern nach Wurzelverletzungen an Wundstellen, oft aber auch ohne solche nach Abtrieb des Stammes, und gelegentlich auch scheinbar ohne äußere Veranlassung.

Absenkerbildung durch Bewurzelung tief auf dem Boden liegender Äste findet sich in der Natur bei der Krummholzkiefer und Fichte an der oberen Waldgrenze und dient dort bei letzterer vielfach als Ersatz für die ausbleibende Samenbildung (vgl. S. 42).

Im Kunstwalde wird bei Weiden und Pappeln die Vermehrung meist durch Stecklinge (schwächere Zweigstücke) oder Setzstangen (stärkere Äste) betrieben. Diese werden in die Erde gesteckt und bewurzeln sich dann unten, um oben neue Triebe zu bilden. Dies geht im allgemeinen am besten vor sich, wenn der untere Zweigteil (Wurzelpol) auch nach unten in die Erde kommt, der obere (Sproßpol) aber nach oben.

Vermehrung und Verbreitung durch Samen im Walde. Die häufigste Vermehrung und Weiterverbreitung der Waldbäume erfolgt in der Natur aber durch Samen. Man bezeichnet in der forstlichen Praxis die aus Samen hervorgegangene Verjüngung bei den leichtsamigen Holzarten als Anflug, bei den schwersamigen als Aufschlag und kennzeichnet damit schon zwei der hauptsächlichsten Verbreitungsmittel. Auch bei den schwersamigen Arten tritt aber selbst bei nur senkrechtem Abfall der Früchte immer ein Weiterwandern bis zur halben Kronenbreite ein. Meist findet aber durch Schwingungen der Äste im Winde darüber hinaus noch eine geringe Weiterverbreitung statt. Die leichtsamigen Holzarten haben fast alle besondere Einrichtungen für die Verbreitung durch den Wind. Entweder ist das Samenkorn selbst beflügelt, wie z. B.

bei Kiefer, Fichte und Tanne, oder die das Samenkorn einschließende Fruchthülle läuft in solche Flügel aus, wie z. B. bei Esche, Ahorn, Rüstern und Birken. In anderen Fällen sind besondere Deck- oder Tragblätter ausgebildet, die das Fliegen bewirken, wie z. B. bei Hainbuche und Linde.

Durch die Lage des Schwerpunktes und die Form des Flügels wird beim Abfliegen des Samens vielfach eine schraubenartige Drehung und damit eine Verlängerung der Fallzeit bewirkt, so daß das Samenkorn bei Wind weiter hinausgetragen wird (Typ der Schraubendrehflieger¹). Die Samen der Weiden und Pappeln tragen kleine Haarschöpfe, die sich mit denen benachbarter Samen zu Flocken zusammenballen und dann bei ihrer Leichtigkeit vom Winde sehr weit fortgetragen werden.

Bei dem Samen der Erlen findet sich in der Samenkapsel ein Hohlraum, und an beiden Kanten zwei luftegefüllte Schwimmkissen (Abb. 111), die neben der Verbreitung durch den Wind auch die durch das Wasser ermöglichen. Der Samen hält sich durch diese Einrichtungen monatelang schwimmfähig.

In nördlichen Gegenden, in denen der Fichten- und Kiefersamen im Frühjahr oft schon abfliegt, wenn der Boden noch von verfirntem Schnee bedeckt ist, soll dieser oft massenhaft und kilometerweit vor dem Wind auf der glatten Schneedecke gleiten und dadurch weiterverbreitet werden.

Bei den schwersamigen und beerenfrüchtigen Holzarten findet offenbar eine starke Verbreitung durch die Tiere des Waldes statt. Vor allen Dingen sind hier die sog. Vogel- oder Hähersaaten durch den Eichelhäher (*Garulus glandarius*) bekannt, der im Herbst Eicheln und Bucheln, die er nicht gleich verzehren kann, zahlreich in angrenzende Nadelholzbestände verschleppen und dort im Moos verstecken soll, wo er sie dann nicht wiederfindet und so zur Unterbauung solcher Bestände mit beiträgt. An der Tatsache an sich ist wohl kaum zu zweifeln, da man sich den Jungwuchs solcher schwerfrüchtigen Laubhölzer oft weitab von den nächsten samentragenden Bäumen kaum anders erklären kann. Man hat aber neuerdings bestritten, daß es sich um ein absichtliches Verstecken am Boden handelt. Es soll vielmehr nur ein unwillkürliches Auskröpfen (Ausspeien) aus dem überfüllten Kropf stattfinden. Genaue Beobachtungen nach der einen oder anderen Richtung hin fehlen und sind bei der Scheuheit des Vogels wohl auch schwierig. In der forstlichen Praxis wird der Umfang der Wirksamkeit des Hähers nach dieser Beziehung jedenfalls mit Recht sehr hoch eingeschätzt.

Auch die Eichhörnchen verschleppen wohl gelegentlich Eicheln und Bucheln, und Mäuse legen sich in ihren Nestern oft Vorräte davon an, die dann, wenn die Nestbesitzer über Winter eingegangen oder vom Fuchs und Raubvögeln weggegangen sind, im Frühjahr in dichten Büscheln aus dem Lager hervorbrechen.

Bei den beerenfrüchtigen Bäumen findet die Verbreitung meist durch den Kot der beerenfressenden Vögel, hauptsächlich der Drosseln, statt. Vieler Ebereschensunterstand, besonders an Waldrändern, dürfte so entstehen.

Birken- und andere sehr leichte Samen sollen auch gelegentlich durch Ameisen verschleppt werden².

Wanderungsvermögen der Holzarten. Im allgemeinen muß man eine mehr schrittweise und dann vielfach massenhafte Weiterverbreitung und

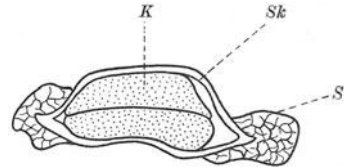


Abb. 111. Querschnitt der Erlenfrucht. Vergr. K Embryo, Sk Fruchtwand, S Schwimmpolster. Nach Büsgen.

¹ Dingler: Die Bewegung pflanzlicher Flugorgane. München 1889.

² Sernander: Den Skandinaviska vegetationens spridningsbiologie. Upsala u. Berlin 1901.

Weiterwanderung der Holzarten von einer mehr vereinzelt sprunghaft über weitere Entfernungen hin unterscheiden. Die letztere kann dann, wenn der Standort passend ist, wieder der Mittelpunkt zu nachfolgender schrittweiser Wanderung werden. Nur so kann man sich die natürliche Besiedelung von vielen inselartigen Standorten erklären, die oft rings von anderen Gebieten umschlossen sind, auf denen die betreffende Art nicht gedeihen oder sich doch nicht gegen besser angepaßte durchsetzen kann. Das gilt z. B. von unseren zahlreichen Erlensbrüchern, wo der auf dem Wasser schwimmende Erlensamen, wohl am Gefieder des Wassergeflügels anhängend, von Bruch zu Bruch übertragen worden ist. Ebenso gilt das aber auch wohl von den zahlreichen, in arme Sandgebiete eingebetteten Lehminseln des norddeutschen Diluvialgebietes, die mit einer geradezu staunenswerten Sicherheit und Vollständigkeit von Eiche und Buche aufgefunden und besiedelt sind. Man kann sich das kaum anders vorstellen, als daß hier in der Hauptsache der Eichelhäher die sprunghafte Verbreitung besorgt hat. Diese uns zunächst doch sehr zufällig und unsicher erscheinende Verbreitungsart muß also doch wohl viel häufiger sein als wir denken, und im Laufe der Jahrtausende, die seit der Einwanderung der Eiche und Buche bei uns vergangen sind, einen viel höheren Grad der Sicherheit für die Verbreitung erreicht haben, als man annehmen möchte.

Ohne die Annahme einer sprunghaften Wanderung würde man auch zu ganz unmöglichen Einwanderungszeiten kommen. Nimmt man z. B. bei der Buche die Weite bei schrittweiser Wanderung hoch gerechnet mit 20 m an, so würde der zweite Schritt frühestens erst wieder nach 60 Jahren erfolgen können, da die Buche nicht eher Samen trägt. Zu 1 km Wanderung würden schon 3000 Jahre und zu der ganzen Wegstrecke etwa von Frankreich, wo die Buche während der Eiszeit einen Rückzugsstandort gehabt haben könnte, bis nach Ostpreußen würden 3—4 Millionen Jahre erforderlich gewesen sein, was nach allen geologischen und prähistorischen Berechnungen viel zu hoch wäre. Da die Einwanderung der Buche etwa am Ende der jüngeren Steinzeit erfolgt sein muß, darf man höchstens mit 4000—5000 Jahren rechnen. Die sprunghafte Verbreitung durch Tiere würde daher die Schnelligkeit annähernd vertausendfacht haben!

Eine Feststellung der früheren und heutigen Südwestgrenze der Fichte in Schweden¹ auf Grund alter Karten und Waldbeschreibungen hat für den Zeitraum von 200 Jahren ein Vorrücken um etwa 10—15 km ergeben. Das würde für 1 Jahr etwa 50—70 m ausmachen und entspräche recht gut unseren Beobachtungen über die Verbreitung durch den Wind. Die weitverbreitete Anschauung, daß die schwersamigen Hölzer langsamer wanderten wie die leichtsamigen, ist offenbar nicht allgemein richtig. Auch die frühe Einwanderung der Eiche und der Haselnuß nach der Eiszeit (vgl. S. 89) spricht dagegen!

Am weitesten fliegt wohl unter allen Waldbäumen der Aspen-, Weiden- und Birkenamen, der sich auch auf großen, kilometerlangen Brandflächen sehr bald reichlich einzufinden pflegt, obwohl oft weit und breit kein Samenbaum zu sehen ist. Für diese 3 Holzarten ist daher auch die sehr schnelle Einwanderung nach der Eiszeit erklärlich. Bei Kiefer, Fichte und Lärche darf man im allgemeinen höchstens auf etwa 1 Baumlänge (30—40 m) auf derartig reichlichen Anflug rechnen, daß er unter günstigen Umständen noch zur geschlossenen Bestandsbildung ausreicht, bei Esche, Ahorn und Hainbuche meist noch etwas weiter.

Vermehrung und Verbreitung in den Unterschichten des Waldes. Die Sträucher und Zwergsträucher des Waldes sind fast alle beerenfrüchtig und daher größtenteils der Verbreitung durch die Tiere unterworfen. Sehr oft herrscht aber bei ihnen, ebenso wie bei der Gras- und Krautflora über-

¹ Hesselman u. Schotte: Die Fichte an ihrer Südwestgrenze in Schweden. Mitt. d. schwed. forstl. Versuchsanst. 1906, S. 1.

haupt die vegetative Vermehrung durch Ausläufer, Kriechtriebe und Wurzelstöcke vor. Die großen, zusammenhängenden Horste von *Vaccinium*, *Pteris aquilina*, *Calamagrostis epigeios*, *Carex brizoides* und vielen anderen Waldunkräutern verdanken meist nur solcher Vermehrung ihre dichte Ausbreitung. Im Buchenschattenbestand herrschen sogar fast ausschließlich Arten mit vegetativer Fortpflanzung vor, ohne daß die durch Samen aber ganz unterbunden wäre. Auch bei den beerenfrüchtigen Kräutern und Sträuchern scheint eine sprungweise Wanderung (durch Samenverschleppung) mit der danach einsetzenden schrittweisen (durch vegetative Vermehrung) den Gang der Besiedelung gebildet zu haben.

18. Kapitel. Keimung und Fußfassen der Verjüngung.

Reifezustände des Samens. Die Keimfähigkeit des Samenkorns ist von der Erlangung eines gewissen Reifezustandes abhängig. In der Natur wird es im allgemeinen nicht eher entlassen, als bis es seine Vollreife erreicht hat¹, wohl aber wird es öfter noch darüber hinaus am Baum behalten. In der Wirtschaft muß oft schon ein früherer Zeitpunkt für die Ernte des Samens gewählt werden, da z. B. die Samenstände sonst auseinanderfallen, wie bei den Zapfen der Tanne und den Samenkätzchen der Birke, oder weil man sonst mit der vollständigen Gewinnung des Saatgutes bei großem Bedarf nicht rechtzeitig bis zur Saatzeit fertig werden würde. Es hat sich nun gezeigt, daß ein noch nicht vollreifer Samen, sofort ausgesät, oft trotzdem, wenn auch meist in geringerem Grade, keimfähig ist. Man bezeichnet diese Entwicklungsstufe gewöhnlich als Notreife.

Nobbe² hat bei Fichte und Bergkiefer Versuche mit Zapfen ausgeführt, die in 3- bis 4wöchentlichen Zwischenräumen von Juli bis November geerntet wurden. Bei der Fichte hatte die Ernte vom 15. Juli noch kein Keimergebnis, am 1. August begann die Keimung aber schon mit 41 % und stieg dann bis Anfang November stetig bis auf 88 %. Ähnliche Verhältnisse ergaben sich bei der Bergkiefer. Auch Haack³ konnte an Samen der gemeinen Kiefer, der im August geerntet war, schon kräftige Keimung erzielen.

Solcher vor der Vollreife gesammelte Same kann bei entsprechender Aufbewahrung noch eine Nachreife durchmachen, die seine Keimfähigkeit meist stark, u. U. bis zum Zustand der Vollreife, erhöht. Ebenso vollzieht sich eine solche Nachreife natürlicherweise immer am Baum. Allmählich nimmt aber nach der Vollreife, oft allerdings erst sehr spät und langsam, die Keimfähigkeit wieder ab, bis sie namentlich bei künstlich aufbewahrttem Samen schließlich erlischt (Todreife).

Keimruhe. Bei den meisten Samen der Waldbäume liegt zwischen Reife und Beginn der natürlichen Keimung eine längere Zeit, die man als Keimruhe bezeichnet. Bei den Weiden, Pappeln und Rüstern fällt diese ganz weg. Sie keimen sofort nach der Reife und verlieren sogar ihre Keimfähigkeit oft schon nach wenigen Tagen. Bei der Birke verhalten sich die einzelnen Samen verschieden: früh, d. h. schon im Sommer abgeflogene Körner keimen sofort, die später abfliegenden dagegen überwintern und machen eine halbjährige Ruhezeit durch, wie das überhaupt die meisten unserer Waldbäume tun. Ein merkwürdiges ökologisches Verhalten zeigen aber noch einige andere Arten: sie keimen erst im übernächsten Frühjahr nach der Reife. Man nennt dies „Überliegen“. Hierzu gehören Eibe, Zirbel, Linde, Hainbuche und Esche, in geringerem Grade auch die Ahorne.

¹ Doch ist das nicht ausnahmslos der Fall. Bei *Gingko biloba* vollzieht sich sogar die Befruchtung erst nach dem Abfall des Samens!

² Nobbe: Handbuch der Samenkunde, S. 343. Berlin 1876.

³ Vgl. hierzu die verschiedenen Arbeiten Haacks über Keimung des Kiefern- und Fichtensamens. Z. f. Forst- u. Jagdwes. 1905, S. 302; 1906, S. 441; 1912, S. 194.

Auch bei Buche und Kiefer hat man öfters beobachtet, daß ein Teil der Samen, der im ersten Frühjahr nicht keimt, dies im zweiten nachholt. Man bezeichnet dies als „Nachlaufen“. Wahrscheinlich tritt das aber nur bei ungünstigen Umständen ein, z. B. bei großer Trockenheit kurz nach der Aussaat. Eigentümlicherweise findet ein solches Nachlaufen im Laufe des Sommers auch bei reichlicher Feuchtigkeit und günstiger Wärme nicht oder nur in geringem Umfange statt, sondern in der Hauptsache erst im nächsten Frühjahr, während trocken aufbewahrter Same im Keimapparat zu jeder Jahreszeit gut keimt! Es scheinen also durch die Einbringung ins Keimbett im Freien schon gewisse Veränderungen (Einleitung von Keimungsvorgängen) ausgelöst zu werden, die sich erst langsam wieder ausgleichen können.

Ein besonderes Verhalten zeigt die Traubeneiche, die zum großen Teil schon im Herbst gleich nach dem Abfall, manchmal bei feuchtem, warmem Wetter sogar schon am Baum etwas vorkeimt, dann aber in der Natur durch die eintretenden tiefen Temperaturen zunächst wieder zur Ruhe kommt und, oft nach Verlust des kleinen Keimtriebes durch Frost, im Frühjahr von neuem und endgültig ankeimt.

Die äußeren Bedingungen der Keimung. Die hauptsächlichsten äußeren Bedingungen für die Keimung sind Feuchtigkeit und Wärme. Daneben scheinen auch in der Natur noch andere Umstände gewisse auslösende Reizwirkungen, aber auch Hemmungen auszuüben.

Die Aufnahme des nötigen Wassers erfolgt durch Benetzung des oberflächlich liegenden Samens bei Regen oder im feuchten Boden, dem die Körner aufliegen oder in den sie bei Regen mehr oder minder eingewaschen werden. Die Samenschale ist zu diesem Zweck hygroskopisch. Bei Eicheln und Bucheln scheint der Grund- oder Kupulafleck, d. h. die kleine rauhe Scheibe am Grunde des Samens, besonders wasseraufnahmefähig zu sein¹. Die Menge des aufgenommenen Wassers ist nicht unbedeutend, bei Kiefern Samen z. B. rund 40% des Trockengewichtes. Davon werden die ersten 30% schon nach 10 Stunden aufgenommen².

Das Wasser dient im Samen nicht nur zur Einleitung und Unterhaltung der nun beginnenden Lebensvorgänge, sondern auch zur Sprengung der Samenschale durch Quellung des Embryos und seines Nährgewebes. Ist die Samenschale geplatzt, so tritt aus ihr zunächst das Würzelchen hervor und krümmt sich nach unten. Damit gilt die Keimung als vollzogen. Ist der Same bedeckt, so vollzieht sich dieser Vorgang unterirdisch und unsichtbar. Das sichtbare Hervortreten des Keimlings über den Boden, das sog. „Auflaufen“, erfolgt erst bedeutend später.

Zur Keimung ist auch eine gewisse Wärme und eine mehr oder minder lange Dauer derselben notwendig. Bei welchen Temperaturen die Keimung der einzelnen Arten im Freien beginnt, wissen wir nicht und läßt sich auch schwer feststellen, da die Temperaturen ja fortwährend wechseln. Im Versuch mit gleichbleibender Temperatur fand Haack³ bei der Kiefer ein Minimum von 5—6°. Das Optimum lag zwischen 25—29°, also so hoch, wie es in der freien Natur auch am Boden im Frühling niemals erreicht werden dürfte. Das Maximum liegt etwa bei 37—38°, wo zwar noch Keimung erfolgte, aber nur noch wenige und krankhaft aussehende Keimlinge erschienen. Bei der Fichte

¹ Oelkers: Frucht und Entwicklung der Rotbuche im ersten Jahre. Z. f. Forst- u. Jagdwes. 1911, S. 283.

² Nach Untersuchungen von Prof. W. Schmidt in der Samenprüfungsanstalt d. Forstl. Hochsch. Eberswalde.

³ Haack: Die Prüfung des Kiefern Samens. Z. f. Forst- u. Jagdwes. 1912, S. 193ff.

war das Optimum etwas tiefer, etwa 23°, ebenso auch das Maximum, da bei 33° schon jegliche Keimung ausblieb. Da in der Natur die Temperaturen bei flacher Einbettung des Samenkornes sehr schwanken — ein regelmäßiger Wechsel findet ja schon zwischen Tag und Nacht statt —, so untersuchte Haack auch den Einfluß eines solchen Temperaturwechsels. Bei Kiefer schien dadurch eine Reizwirkung hervorgerufen zu sein, die sich in einer Erhöhung der Keimung über den Durchschnitt ausdrückte. Bei der Fichte war aber eher das Gegenteil der Fall. Auch in bezug auf das Licht war bei beiden Holzarten ein verschiedenes Verhalten festzustellen. Während beide im Licht, und zwar besonders im weißen, gelben und roten Licht eine Förderung zeigten, wirkte blaues Licht nur bei der Kiefer begünstigend. Bei Fichte, übrigens auch bei Lärche, trat eine hemmende Wirkung ein. Das Licht wirkt offenbar nur als Reiz, da Haack bei kurzer Beleuchtung die gleichen Ergebnisse erhielt wie bei Dauerbeleuchtung.

Das unterschiedliche Verhalten verhältnismäßig so nahestehender Arten hat nach dieser Beziehung noch viele ähnliche Fälle bei den landwirtschaftlichen Kulturgewächsen aufzuweisen. Gerade die Reizwirkungen sind äußerst verwickelt und ohne Versuche unberechenbar.

Keimprozent, Keimschnelligkeit und Pflanzenprozent. Haack hat bei seinen ausgedehnten und sehr sorgfältigen Untersu-

chungen aber noch einige weitere, für die Ökologie der Keimung höchst wichtigen Beziehungen aufgedeckt. Die rasch keimenden Körner sind im allgemeinen viel lebensstauglicher als die langsam und spät keimenden. Schon äußerlich findet man bei genauer Betrachtung dieser „Mattkeimer“ vielfache Mißbildungen und eine mangelhafte Streckung von Hypokotyl und Wurzel gegenüber den lebhaft keimenden (vgl. Abb. 112). Im allgemeinen kommen solche Mißbildungen nur unter den spät keimenden Körnern vor. Ein hoher Prozentsatz an solchen deutet meist auf einen verdorbenen, wenig brauchbaren Samen hin. Es ist daher für die Praxis wichtiger, die **Keimschnelligkeit** oder Keimenergie, d. h. den Anteil der rasch gekeimten Körner zu kennen, als das Keimprozent, d. h. den Anteil der bei langer Dauer der Keimprüfung überhaupt noch gekeimten Körner, zumal da diese Prüfungen

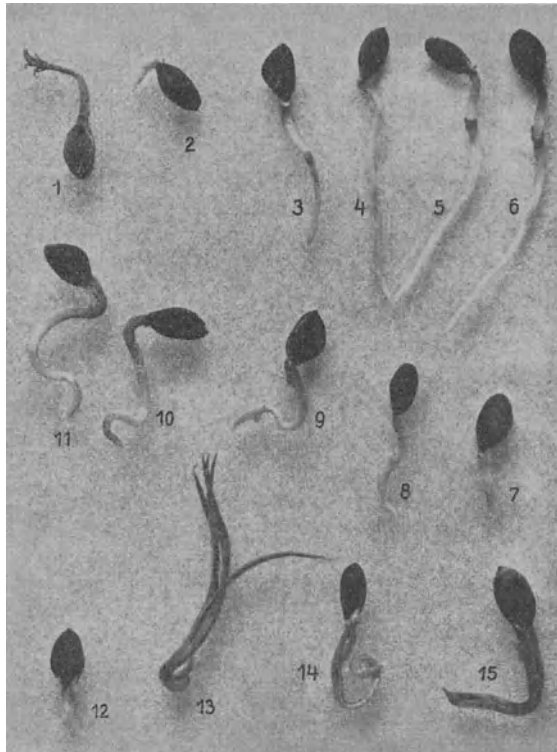


Abb. 112. Verschiedene Keimungstypen bei der Kiefer. Nach Haack. 1. Verkehrte Keimung mit den Kotyledonen zuerst (verkehrte Lage des Embryos). 2-6. Normale Keimung. 7-11. Matte Keimung ohne kräftige Streckung der Wurzel. 12-15. Keimung mit verkümmert oder verkrüppelter Wurzel (meist stark bei verdorbenem Samen).

ja unter optimalen Bedingungen durchgeführt werden, wie sie in der freien Natur kaum jemals geboten sind.

Die Wichtigkeit dieser Tatsache ist zwar schon vor den Haackschen Untersuchungen in der landwirtschaftlichen Samenprüfung bekannt gewesen. Haack hat nur ihre Gültigkeit auch für die Sämereien unserer Waldbäume nachgewiesen und sie durch die Beobachtung der Mißbildungen bei den Mattkeimern erweitert. Er hat auch zuerst nachdrücklich die Berücksichtigung und Angabe der Keimenergie neben dem Keimprozent bei den Keimzeugnissen unserer Waldsamen gefordert. Heute werden danach auch bei den deutschen Samenprüfungsanstalten die Keimzahlen für Kiefer und Fichte für den 7., 14. und 21. Tag angegeben, wobei das Ergebnis des 21. Tages dem Keimprozent, das des 7. der Keimenergie entspricht. Der Verlauf vom 7. über den 14. bis zum 21. Tage bezeichnet die Keimschnelligkeit, die man heute im allgemeinen als besten Maßstab und Ausdruck für die Güte des Samens betrachtet. Es zeigt sich dabei, daß bei gutem Samen mit einem Keimprozent von 90 oft schon 80 und mehr Körner in den ersten 7 Tagen keimen!

Ein neuer Begriff, den Haack geschaffen und durch seine Untersuchungen begründet hat, ist der des Pflanzenprozent. Haack will darunter diejenige Pflanzenzahl von 100 Samenkörnern verstanden wissen, die sich bei Aussaat im Freien unter normalen Verhältnissen als lebensfähig erweist und zur Überwinterung kommt.

Die Untersuchungen hierüber wurden in sorgfältig hergerichteten Versuchsbeeten vorgenommen, in denen verschieden günstige Verhältnisse hergestellt wurden, indem ein Teil der Beete mit Humus gedüngt und bei Trockenheit begossen wurde, ein anderer Teil nicht. Auf diesen Beeten wurde dann Kiefersamen von verschieden hohem Keimprozent in Reihen nebeneinander ausgesät, dauernd beobachtet und mehrfach gezählt. Die Beetversuche wurden außerdem noch durch größere Vergleichssaaten auf freier Kulturfläche ergänzt und nachgeprüft.

Das Ergebnis zeigte übereinstimmend mit aller Schärfe, daß das Pflanzenprozent ungleich rascher sinkt als das Keimprozent.

Haack gibt darüber folgende Übersicht:

	Das Pflanzenprozent beträgt bei Kiefer bei einem Keimprozent von:				
	90	80	70	60	50
I. unter günstigen Verhältnissen	54	41	30	20	11
II. „ mittleren „	37	26	18	11	5
III. „ ungünstigen „	20	12	7	2	0

Die Zahlen zeigen zunächst ganz allgemein die starke Auslese, die unter den Keimlingen im Freien schon im ersten Lebensjahre stattfindet. Selbst vom besten Saatgut (90%) bleiben unter günstigen Verhältnissen (Humusbeimischung, durch Begießen dauernd feucht gehalten) nur 54 Pflanzen, d. h. etwa die reichliche Hälfte am Leben, unter ungünstigen Verhältnissen (humusloser Sand, nicht begossen) aber nur 20, d. h. ein knappes Viertel!

Setzt man in der obigen Übersicht die Leistung des 90proz. Samens gleich 100, so ergibt sich folgendes Bild:

Keimprozent . . . 100 : 89 : 78 : 67 : 56 Pflanzenprozent II . . 100 : 70 : 49 : 30 : 14
 Pflanzenprozent I . 100 : 76 : 57 : 37 : 20 „ III . . 100 : 60 : 35 : 10 : 0

Man ersieht daraus das außerordentlich viel stärkere Sinken des Pflanzenprozent gegenüber dem Keimprozent, das sich, je ungünstiger die Verhältnisse sind, um so mehr verschärft. Haack hat danach die Samen-

menge, die man bei Kiefer nehmen muß, um bei verschieden hohem Keimprozent die gleiche Anzahl lebensfähiger Pflanzen zu erzielen, in runden Ziffern auf folgende Größen berechnet:

Keimprozent . . .	95,0	85,0	75,0	65,0
Samenmenge . . .	0,7-	1,0-	1,4-	2,2 fach

vom Üblichen je Hektar in der Praxis. Ein Keimprozent von 85 wurde dabei als normal angesehen. Unter 65proz. Same sollte überhaupt nicht verwendet werden.

Keimhemmungen. Haack hat schließlich auch noch festgestellt, daß es gewisse Hemmungsstoffe gibt, die die Keimung sehr stark herabdrücken können. Die Untersuchungen bezogen sich zunächst nur auf Verunreinigungen der Luft im Keimprüfungsraum. Hierbei wurde aber die bemerkenswerte Entdeckung gemacht, daß die Keimproben in einem frischen Kiefernholzschrank, der stark nach Kien roch, immer erheblich schlechter ausfielen. Es konnte dann nachgewiesen werden, daß das Einlegen von Kienspänen zwischen die Proben die gleichen Hemmungen bewirkte. Haack hat daran anknüpfend den Gedanken ausgesprochen, daß der Harzgehalt der Nadelholzzapfen vielleicht die zweckmäßige Wirkung haben könne, das eingeschlossene Samenkorn nach der Vollreife vor einem vorzeitigen Beginn von Keimungsvorgängen zu bewahren, was freilich nur eine Annahme ist und auch nur sein soll.

Jedenfalls zeigen alle Untersuchungen über die Reizwirkungen und Hemmungsstoffe, wie außerordentlich empfindlich das keimende Samenkorn ist. Die Bedingungen jenes merkwürdigen Ruhezustandes im Samen, der sich oft haarscharf auf der Grenze zwischen Leben und Tod zu bewegen scheint, sind bis heute weder physiologisch noch ökologisch genügend aufgeklärt, um für die im einzelnen auftretenden Erscheinungen immer eine genügende Erklärung finden zu können¹.

Keimung und Fußfassen in der Natur. Wenn wir in der Keimprobe unter optimalen Wärme-, Feuchtigkeits- und Lichtverhältnissen schon nach 3—4 Tagen die ersten Samenkörner keimen sehen, so ist in der freien Natur je nach Gunst oder Ungunst der Witterung und des Keimbettes wohl immer ein sehr viel längerer Zeitraum notwendig. Im allgemeinen erscheinen unsere künstlichen Nadelholzsäaten erst nach etwa 3 Wochen über der Erde. Aber je früher sie kommen, desto besser ist es im allgemeinen. Ein spätes Auflaufen hat immer irgendwelche Störungen zur Ursache. Namentlich ist es die gefürchtete Frühjahrsdürre, die die obersten Bodenschichten so austrocknet, daß ihr viele der frisch angekeimten Körner zum Opfer fallen, und die Säaten dann auch nach späterem günstigen Wetter sehr lückig bleiben. Bei der natürlichen Verjüngung erfolgt der Samenabfall fast nie gleichzeitig. Die Natur setzt nicht, wie wir das aus technischen Gründen meist tun müssen, alles auf eine Karte. Die russischen Untersuchungen in Samenauffanggeräten zeigten für die Fichte einen Abflug von März bis Mai, für die Kiefer von Mitte April bis in den Juni hinein, wobei allerdings über 50% der Körner in 7—15 Tagen abfielen. Immerhin vermag auch ein kleiner Unterschied von wenigen Tagen oft schon über Gelingen oder Mißlingen der Keimung zu entscheiden, wie mir Beobachtungen im eigenen Revier verschiedentlich gezeigt haben.

Ganz offenbar ist es eine äußerst nützliche Einrichtung, daß alle keimenden Samen zuerst ihre Wurzel austreiben, und daß diese erst mehrere Tage rasch in die Tiefe wächst, wo der Boden dauernd frisch bleibt, ehe die Streckung der Sproßachse nach oben beginnt. Man kann nur bedauern, daß dieses erste Fußfassen des Keimlings nicht noch länger dauern und tiefer gehen

¹ Vgl. dazu die Ausführungen über „ruhende Samen“ und die dort angeführte Literatur S. 156.

kann, weil die Erschöpfung der Reservestoffe dies nicht zuläßt und gebieterisch die Aufnahme der Assimilation zur Aufrechterhaltung des Lebens erfordert. Für das Gelingen der Naturverjüngung ist wohl in erster Linie das Keimbett entscheidend, das der Same beim Abfall findet. Hier sind die im Herbst abfallenden Laubhölzer Eiche und Buche im allgemeinen dadurch im Vorteil, daß ihre Samen von dem abfallenden Laub zugedeckt werden, das den Boden im Frühjahr auch vor Austrocknung schützt. Wie sich bei Fichte und Kiefer die Einbettung auf dem Boden vollzieht, darüber fehlen uns leider noch genauere Beobachtungen. Zunächst hindert der anhaftende Flügel jedenfalls ein Eindringen in Boden, Streu und Moospolster. Erst nach eintretenden stärkeren Regen und Loslösung vom Samenflügel tritt wahrscheinlich ein Einwaschen bzw. Einspülen in den Boden oder Bodenüberzug ein. Sonst ist der Samen ganz dem Zufall und allen Fährlichkeiten des Obenaufliiegens ausgesetzt. Ein solches gestattet wohl nur ausnahmsweise einmal bei längerer feuchter und warmer Witterung eine Keimung und ein Fußfassen. Lockere, flache Moospolster sind entschieden günstiger. Bei zu starker Entwicklung entsteht aber öfter ein loses Hängen der Keimlinge im Moosrasen, ohne daß die Wurzel festen Boden faßt. Ähnliches findet man bei Buchenkeimlingen in dicken unzersetzten Laubschichten, wie sie sich gern in Bodenvertiefungen ansammeln. Die Keimwurzel, die dann nicht senkrecht in die Tiefe dringen konnte, biegt seitlich ab, und man kann mit den oberen Blattlagen oft den ganzen jungen Keimling abheben. Alles kommt jedenfalls darauf an, daß die junge Wurzel rasch den Mineralboden erreicht.

So fand Nowak¹ in einem aus Kiefern mit Laubholz gemischten russischen Waldbestand folgende Abhängigkeit der Anzahl von Keimlingen von der Höhe der Streudecke:

Mächtigkeit der Streudecke	Anzahl des Anflugs
0,3 cm	11421
1,0 „	9948
2,0 „	4416
3,0 „	1228
4,0 „	380
5,0 „	132
6,0 cm u. darüber	0

Dem Boden auflagernde Rohhumusschichten wirken vielleicht nicht nur mechanisch durch die vielen unzersetzten und übereinander gelagerten harten Teile, sondern auch durch die Wasser- und Ernährungsverhältnisse ungünstig². Man findet sowohl bei jungen Buchen auf Rohhumus als auch bei der Fichte in der schlecht zersetzten Streu und schließlich auch bei der Kiefer, hier ganz besonders auf Cladonia-

Böden, oft eine vollständig flache Wurzelentwicklung nicht nur beim Keimling, sondern auch noch bei älteren Jungpflanzen. Eine längere Trockenperiode bringt dann alle solche Verjüngungen wieder zum Verschwinden. Bei dem häufiger zu findenden Kiefernanzug zwischen Renntierflechte ist das im deutschen Osten eine ganz allgemein zu beobachtende Erscheinung.

Die ersten Jugendgefahren. Aber selbst wenn der junge Keimling zunächst gut und sicher Fuß gefaßt hat, ist er in der ersten Zeit vielen besonderen Gefahren ausgesetzt. Eine der häufigsten ist Unkraut, das wohl in der Hauptsache durch Wurzelkonkurrenz, nur zum Teil auch durch Lichtentzug schadet³. Daneben treten aber noch mannigfache andere Schädigungen auf. Bei der Buche und Tanne ist es vor allem die Gefahr der Mai- und Junifröste, bei der Kiefer die Dürre, die viele Keimlinge wieder zum Absterben bringt. Eine besondere Keimlingskrankheit ist die an der Buche durch

¹ Nach Morosow: Die Lehre vom Walde, S. 226. Die Angabe der Größe der 50 untersuchten Probestellen fehlt leider.

² Vgl. hierzu auch die Untersuchungen von Schmidt über die Säureempfindlichkeit junger Keimlinge, S. 181.

³ Vgl. darüber die bemerkenswerten Versuchsergebnisse von Fabricius, S. 144.

Phytophthora, die in manchen Jahren die Keimlinge massenhaft tötet. Von den Tieren des Waldes stellen die Rehe besonders gern den jungen Keimblättern der Buche nach, die sie oft reihen- und plätzweise abäsen (Buchensalat!). Die Nadelholzkeimlinge werden von den Vögeln abgeissen, meist solange die Samenschale noch auf den Kotyledonen sitzt. Im Herbst werden die kleinen Keimlinge von Fichte, Kiefer und Tanne oft durch das absterbende und sich überlagernde Unkraut oder durch übergewehtes Laub von Mischhölzern erstickt. Im Beginn des zweiten Lebensjahres tritt bei der Kiefer auf vielen Standorten die Schütte (*Lophodermium Pinastri*) vernichtend auf, an Fichte und Kiefer beginnt der große Rüsselkäfer (*Hylobius abietis*) seinen Plätzefraß an den jungen Stämmchen. Zuweilen reißen auch die wurzelbrütenden Hylesinen und die Larve des Maikäfers große Lücken in den Jungwuchs. Erst mit zunehmendem Alter, wenn dieser „aus dem Gras heraus“ ist, nehmen alle diese das junge Leben bedrohenden Gefahren und Schädigungen in Natur- wie Kunstverjüngung allmählich ab. Erst dann kann die Verjüngung als „gesichert“ betrachtet werden! Der Wald ist aus seinem zarten und schwerbedrohten Säuglingsalter herausgetreten.

19. Kapitel. Die weitere Entwicklung in der ersten Jugend (Aufwuchs- und Dickungsalter).

Wenn sich auch bereits in der ersten Stufe der Verjüngung, namentlich bei dichten Ansammlungen, der Charakterzug der Vergesellschaftung, wie er den Waldbestand auszeichnet, mit allen seinen Folgen auszubilden beginnt, so tritt dieser mit voller Schärfe doch erst in den späteren Stufen hervor, sobald der Kampf um Licht und Nahrung bei inniger werdender Berührung der Bestandesglieder in immer stärkerem Grade einsetzt. Es lassen sich hier gewisse Abschnitte unterscheiden, die man teils nach ökologischen, teils mehr nach wirtschaftlichen Gesichtspunkten als natürliche Wuchsklassen bezeichnet und wie folgt benannt hat:

1. Anwuchs, Aufwuchs, Jungwuchs oder Hege — bis zum Beginn des eintretenden Bestandsschlusses;
2. Dickung, von da bis zum Eintritt stärkerer Astreinigung und Stamm-ausscheidung;
3. Stangenholz, von da bis zur Erreichung größerer Stammstärke, und zwar a) schwaches Stangenholz bis 10 cm¹, b) starkes Stangenholz bis 20 cm;
4. Baumholz, und zwar a) geringes bis 35 cm, b) mittleres bis 50 cm, c) starkes über 50 cm.

Man bedient sich dieser von den forstlichen Versuchsanstalten festgesetzten Ausdrücke allgemein bei der Bestandsbeschreibung, um damit sofort ein allgemein verständliches und plastisches Bild von dem jeweiligen Zustand der Bestandsentwicklung zu geben.

Äußere Gefahren. In der Folgezeit werden die Jungpflanzen widerstandsfähiger. Frost und Dürre schaden zwar auch noch, aber sie wirken meist nicht mehr tödlich. Der Hallimasch (*Agaricus melleus*) befällt meist nur einzelne Pflanzen von Kiefer und Fichte und bringt sie zum Absterben. Die Schütte ist bei der Kiefer nicht mehr vernichtend. Den Hauptschaden bringt in dieser Zeit in unseren wildübersetzten Kulturwäldern meist der Verbiß durch Rehe und Rotwild. Aber auch er wirkt meist nur hemmend und verunstaltend, nicht tödlich.

¹ In Brusthöhe.

Stammausscheidung. Der Hauptabgang an Einzelindividuen fällt jetzt vielmehr dem gegenseitigen Kampf der jungen Baumpflanzen untereinander zu. Es beginnt das große Wettrennen nach oben, wo jede durch schwächere Wuchskraft, aber auch durch Zufälle zurückbleibende Pflanze in rascher Steigerung der ungünstigen Verhältnisse „unterdrückt“ wird, immer mehr kümmert und schließlich abstirbt. Wir sind über diese erste Phase der Stammausscheidung nur sehr ungenau unterrichtet. Sie ist auch je nach dem lockeren oder dichteren Stand der Natur- und Kunstverjüngungen sehr verschieden. Wenn wir aber wissen, daß in guten Nadelholzzaaten von 2—3jährigem Alter noch 30—50 Pflanzen auf den laufenden Meter, also 25—40 Tausend je Hektar stehen, daß in Naturverjüngungen bei der Kiefer ebenfalls bis 25 000, für die Tanne aber sogar bis 75 000 Jungpflanzen¹ gezählt worden sind, während im Alter von 20 Jahren bei der Kiefer meist nur noch 4—5000, bei der Tanne etwa 10—15000 vorhanden sind, so kann man sich daraus ungefähr eine Vorstellung machen, wie Jahr für Jahr Tausende von Individuen unauffällig und unbemerkt dahinstirben, damit die besser Veranlagten, vielfach auch nur die Glücklicheren, die kein ungünstiger Zufall betroffen hat, Platz bekommen. Daß eine solche rasche und fortlaufende Stammausscheidung nützlich und nötig für die Gesamtentwicklung des Bestandes ist, beweisen viele überdichte Saaten und allzu volle Naturverjüngungen namentlich auf geringeren Böden. Hier sitzen dann tatsächlich oft zu viele an einem Tisch und keiner kann mehr recht satt werden. Der Wuchs gerät im ganzen ins Stocken, statt vorwärts zu eilen. Es gibt dann sog. verhockte oder sitzengebliebene Jungwüchse, in denen man nichts Besseres tun kann, als mit Kulturmesser oder Baumschere künstlich Luft zu schaffen, wonach dann der Höhenwuchs meist in Zug zu kommen pflegt.

Höhenwachstum der einzelnen Arten. Über die Unterschiede im Höhenwachstum während der ersten Jugend besitzen wir mehrere Untersuchungen, die sowohl die verschiedene Wuchskraft einzelner Individuen der gleichen Art als auch die durchschnittliche Größe der verschiedenen Holzarten unter sonst gleichen Umständen ermittelt haben.

So die Untersuchungen der Forstlichen Versuchsanstalt der Schweiz² im Versuchsgarten auf dem Adlisberg bei Zürich (etwa 670 m). Die jungen Holzpflanzen wurden hier auf gleichem Boden und in gleichem Klima erzogen, und um auch den Unterschied in der Witterung der einzelnen Jahre möglichst auszuschalten, hat man fortdauernd neue Jungpflanzen nachgezogen, so daß für jedes Lebensjahr die Zahlen mehrerer Kalenderjahre zu einem Durchschnitt vereinigt werden konnten. Die Ergebnisse zeigen trotzdem noch manche Unregelmäßigkeiten, die auf gewisse Störungen hindeuten.

Die Höhen betragen für die gebildete Gruppe der mittleren Pflanzen;

	Lebensjahr:								
	1. cm	2. cm	3. cm	4. cm	5. cm	6. cm	7. cm	8. cm	9. cm
Tanne	3	5	7	11	15	23	29	33	55
Fichte	5	11	16	24	34	39	57	70	102
Buche	9	13	20	31	38	51	—	—	—
Eiche	10	18	29	52	77	99	120	—	—
Birke	2	39	102	209	—	—	—	—	—
Schwarzerle	9	47	217	340	—	—	—	—	—

Zunächst ist in allen Reihen zu ersehen, wie die Länge der einzelnen Jahrestriebe in diesem Jugendalter rasch zunimmt. Der jugend-

¹ Nach Morosow: Die Lehre vom Walde, S. 228 u. 229.

² Flury: Untersuchungen über die Entwicklung der Pflanzen in der frühesten Jugendperiode. Mitt. d. schweiz. Zentralanst. f. d. forstl. Versuchswes. 1895, S. 189ff.

liche Organismus erarbeitet sich also einen Überschuß, der ihn zunächst noch zu immer höherer Steigerung der Leistung befähigt, und den er in diesem Alter hauptsächlich in verstärktes Höhenwachstum umsetzt. Dieser Zustand dauert im allgemeinen bei unseren Holzarten etwa bis zum 20. bis 25. Jahre an.

Vergleichen wir die einzelnen Holzarten miteinander, so zeigt sich dabei eine Abstufung in der obigen Reihenfolge von den langsamwüchsigen Holzarten Tanne, Fichte und Buche zu der außerordentlich raschwüchsigen Birke und Erle. Dabei ist für die Birke sehr charakteristisch, daß sie im ersten Jahr ganz besonders klein bleibt, um schon im zweiten Jahr raschwüchsig zu werden. Ebenso ist für die Tanne bezeichnend, daß sie nach einer Reihe von Jahren mit sehr geringem Wachstum ziemlich unvermittelt mit längeren Trieben einsetzt, was hier erst zwischen dem 8.—9. Jahre (22 cm gegen vorher 5—6 cm) eintritt, häufig aber auch schon etwas früher beobachtet wird.

Von Bühler¹ wurden in seinem Versuchsgarten bei Tübingen an 11 jährigen Pflanzen vergleichsweise folgende Endhöhen festgestellt.

1. <i>Taxus baccata</i>	0,77 m	} unter 1 m	9. <i>Fraxinus excelsior</i>	2,86 m	} 2—3 m
2. <i>Abies pectinata</i>	0,90 m		10. <i>Quercus pedunculata</i>	3,00 m	
3. <i>Picea excelsa</i>	1,10 m	} 1—2 m	11. <i>Pinus silvestris</i>	3,00 m	} 3—4 m
4. <i>Fagus sylvatica</i>	1,85 m		12. <i>Larix europaea</i>	3,50 m	
5. <i>Carpinus betulus</i>	2,20 m	} 2—3 m	13. <i>Tilia grandifolia</i>	3,50 m	} 3—4 m
6. <i>Acer pseudoplatanus</i>	2,60 m		14. <i>Ulmus montana</i>	3,74 m	
7. <i>Quercus sessiliflora</i>	2,70 m		15. <i>Alnus glutinosa</i>	3,75 m	
8. <i>Acer platanoides</i>	2,80 m		16. <i>Alnus incana</i>	4,40 m	über 4 m

Im allgemeinen stimmen beide Reihenfolgen (Flury und Bühler) untereinander und auch mit den Anschauungen der Praxis gut überein. Ahorne und Esche erscheinen allerdings etwas zu niedrig. Es fehlen bei Bühler leider Birke und Akazie, die mit unter die raschwüchsigen einzureihen sein würden.

Beide Versuchsgärten befanden sich aber in sehr günstiger klimatischer Lage und hatten fruchtbaren Lehmboden. Für das kühlere Klimagebiet und Sand besitzen wir leider keine entsprechenden Beobachtungen². Sicher würde nicht nur das absolute Ausmaß, sondern auch die Reihenfolge etwas anders ausfallen.

Immerhin dürfte der große Unterschied der langsamwüchsigen Holzarten, Tanne, Fichte, Buche, gegenüber den besonders raschwüchsigen, Erle, Akazie, Birke, Lärche, überall ziemlich gleichbleiben. Unverkennbar scheint übrigens auch ein gewisser Zusammenhang mit dem Lichtverhalten der Arten zu bestehen, indem die Schattholzarten anfangs mehr zu den langsamwüchsigen, die Lichthölzer zu den raschwüchsigen gehören. Ökologisch ließe sich das wohl aus dem verschiedenen Lichtgrad der Mutterbestände erklären, in denen die Verjüngung unter natürlichen Verhältnissen aufzuwachsen gezwungen ist. Die Anpassung an diese natürlichen Verhältnisse bleibt als innere erbliche Anlage auch unter veränderten Bedingungen eben immer bis zu einem gewissen Grade erhalten.

Entsprechend sind auch die individuellen Unterschiede zwischen den größten und kleinsten Pflanzen der gleichen Art bei den langsamwüchsigen meist viel geringer als bei den raschwüchsigen.

So betrug z. B. der Unterschied in den von Flury gebildeten Gruppen großer und kleiner Pflanzen:

¹ Bühler: Waldbau Bd. 1, S. 521.

² Die von Bühler: a. a. O., S. 518 u. 519, gegebenen Zahlen von Versuchen auf verschiedenen Bodenarten, die, von verschiedenen geologischen Böden stammend, in Versuchsbeete eingefüllt worden waren, sind so voll offener Unstimmigkeiten, daß sie nicht zu brauchen sind. Wahrscheinlich beruhen die Fehler auf der veränderten Lagerung und Struktur der umgefüllten Böden (Dichtschlammung u. a. m.).

	groß	klein	Unterschied
bei Tanne 9jährig	70	gegen 43 cm	= 37 cm
„ Fichte 9jährig	138	„ 93 „	= 45 „
„ Birke 4jährig	311	„ 72 „	= 239 „
„ Akazie 4jährig	302	„ 56 „	= 246 „

Jedenfalls ist das Verhältnis derjenigen Stämmchen, die als größte und stärkste sich rasch über die anderen zurückbleibenden herausarbeiten, je nach Holzarten verschieden. Hauch¹ hat dies das Ausbreitungsvermögen genannt und fand es nach seinen Beobachtungen groß bei Eiche, Buche und Kiefer, bei denen die Anzahl der führenden Stämmchen geringer ist und diese daher weiteren Wuchraum gewinnen. Gering soll es bei Fichte und Esche sein, wo eine Mehrzahl von Stämmchen in scharfem Wettbewerb bleibt. Es fehlt aber doch wohl noch an genügend vergleichsfähigen Beobachtungen, um diese Verschiedenheit im ersten Entwicklungsgang unsrer Holzarten genügend sicher beurteilen zu können. Auch scheint mir der Name „Ausbreitungsvermögen“ für diesen Vorgang nicht besonders treffend zu sein, da es sich gar nicht so sehr um ein In-die-Breite-gehen, sondern ebensosehr oder noch mehr um das raschere In-die-Höhe-gehen handelt, wodurch die langsameren unterdrückt werden. Ich möchte dafür den Ausdruck „Ausscheidungsvermögen“ vorschlagen.

Eine in der forstlichen Praxis viel umstrittene Frage ist das gegenseitige Verhalten der Buche und der Eiche, weil diese oft in Mischbeständen vorkommen und ein Überwachsen der Eiche durch die Buche meist sehr verhängnisvoll wird. Nach allen Untersuchungen ist aber die Eiche in diesem jugendlichen Alter meist vorwüchsig. Das gilt sogar nach eignen Beobachtungen und Stammanalysen junger Stangen auch für norddeutsche Laubholzstandorte. Wo die Eiche zurückbleibt, ist das fast immer nur auf Wildverbiß zurückzuführen, da die in Buchen stehenden jungen Eichen vom Wilde geradezu herausgesucht werden.

In diesem Jugendabschnitt tritt der Bestand bereits in den sog. „Schluß“ ein, indem die Einzelstämmchen mit ihren Kronen hart aneinanderstoßen und sogar ineinander überzugreifen beginnen. Hand in Hand damit beginnt das Absterben der unteren Äste auch bei den führenden und mittleren Individuen (Stammreinigung). Der Bestand geht durch das sog. Dickungsalter zum Stangenholzalder über. Diese Begriffe, die in erster Linie freilich nur auf unsere großen, aus künstlicher Kultur hervorgehenden Jungbestände Anwendung finden, treffen aber auch bei natürlicher Verjüngung und auf kleiner Fläche zu, sogar auch im Urwald überall da, wo auf Lücken der Jungwuchs gruppen- oder horstweise heranwächst, wie das sehr oft der Fall ist.

20. Kapitel. Entwicklung und Wachstum im Stangen- und Baumholzalder.

Auch in der Folgezeit wird die Entwicklung von Baum und Bestand zunächst noch stark durch das Streben nach oben beherrscht. Das Höhenwachstum nimmt weiterhin noch zu oder bewegt sich doch nahe an maximalen Leistungen. Mehr und mehr tritt dann aber daneben schon die Verstärkung des Schaftes in den Vordergrund und lenkt den Aufbau aus der Vertikalen nunmehr in die Horizontale. Diese aus inneren Anlagen hervorgehenden, aber in hohem Maße durch äußere Faktoren beeinflussten Wachstums-

¹ Hauch: Über das sog. Ausbreitungsvermögen unserer Holzarten. Allg. Forst- u. Jagdztg. 1905, S. 41. — Zur Variation des Wachstums bei unseren Waldbäumen mit besonderer Berücksichtigung des sog. Ausbreitungsvermögens. Forstwiss. Zbl. 1910, S. 565.

vorgänge sind von größter Wichtigkeit für die forstliche Wirtschaft, da sich auf ihnen die ganze Erzeugung an erntefähiger Holzmasse aufbaut. Zahlreiche Untersuchungen über den Wachstumsgang der einzelnen Holzarten in den verschiedensten Gegenden Deutschlands sind hier durch die forstlichen Versuchsanstalten ausgeführt und ihre Ergebnisse zu Durchschnittswerten in den sog. Ertrags-tafeln zusammengestellt. Ehe wir uns diesen Ergebnissen zuwenden können, haben wir aber noch einige allgemeine ökologische Grundlagen des Wachstums zu erörtern.

Periodizität. Das Wachstum ist mehr oder minder bei allen Pflanzen periodisch. In unsern Breiten ist es deutlich in eine winterliche Ruhezeit und eine im wärmeren Teil des Jahres liegende Zeit der Tätigkeit geschieden, die man auch Vegetationszeit schlechthin genannt hat. Im allgemeinen sieht man diese schon äußerlich begrenzt durch das Austreiben der Knospen im Frühjahr und das Vergilben und den Abfall des Laubes im Herbst. Das sind aber nur die Anzeichen für starke innere Veränderungen. Solche inneren, vorbereitenden Vorgänge gehen dem Austreiben im Frühjahr lange voraus (Umsetzung von Reservestoffen, Anschwellen der Winterknospen), andere abklingende folgen dem herbstlichen Laubfall noch lange nach. Dem Abfall des Laubes im Herbst geht meist eine Rückwanderung von Mineralstoffen in den Holzkörper voraus.

Für die wissenschaftliche Erforschung der Zusammenhänge zwischen Wachstumsleistung und äußeren Bedingungen, z. B. der Witterung, liegen hierin zweifellos große Schwierigkeiten. Sie sind die Ursachen für die vielen hier festgestellten Unstimmigkeiten und Unsicherheiten, da wir Beginn und Ablauf dieser inneren Vorgänge nicht äußerlich beobachten können.

Der Ruhezustand scheint im allgemeinen mehr ein Zustand der Hemmung für gewisse Lebensvorgänge zu sein als ein solcher wirklicher und notwendiger Ruhe infolge eingetretener Erschöpfung. Es gelingt nämlich unter besonderen Bedingungen die bestehenden Hemmungen auszuschalten und die Pflanzen vorzeitig zum Austreiben zu bringen, wovon ja im gärtnerischen Betrieb bei der sog. Frühreibung im weitesten Maße Gebrauch gemacht wird. Die verschiedensten Mittel können hier die Ruhezeit abkürzen und aufheben, z. B. Warmwasserbäder, Narkotisierung der Zweige (Ätherverfahren) u. a. m. Bei vielen Holzpflanzen scheint auch die winterliche Temperaturherabsetzung eine ähnliche Rolle zu spielen, da vorhergehende Frostperioden das Antreiben von Zweigen erleichtern.

Bei der Buche, die allen Versuchen des Frühreibens bisher am hartnäckigsten widerstand, gelang es Klebs¹ schließlich, sie durch dauernde elektrische Beleuchtung mitten im Winter, u. a. von Dezember bis März, fünfmal zum Austreiben zu zwingen.

Im allgemeinen lassen sich in der Ruhezeit drei Abschnitte erkennen, die Vorruhe, die Mittel- und die Nachruhe, von denen die Mittelruhe den tiefsten Hemmungszustand darstellt, der am schwersten aufzuheben ist, während dies in den beiden andern Abschnitten leichter gelingt.

Vegetationsbeginn. Das natürliche Austreiben im Frühjahr erfolgt bei unsern Waldbäumen zu recht verschiedenen Zeiten. Im allgemeinen ist aber die Reihenfolge der einzelnen Arten doch eine ganz bestimmte, wenn auch manchmal kleine Verschiebungen vorkommen.

Einige unserer Holzarten zeigen das Erwachen aus der Winterruhe zunächst durch das Erscheinen ihrer Blüten an, denen der Blattausbruch erst

¹ Klebs: Über das Treiben der einheimischen Bäume, speziell der Buche. Abh. d. Heidelberger Akad. d. Wiss., Math.-naturwiss. Kl., Heidelberg 1914.

nach einiger Zeit nachfolgt. Hierher gehört vor allen Dingen die Haselnuß und die Erle, die schon im März¹, selbst Februar, mit der Vegetation beginnen und den sog. Vorfrühling bezeichnen. Zu den vor Laubausbruch und sehr früh blühenden Holzarten gehört auch noch die Eibe, manche Weiden, besonders die Sahlweide, die Aspe und die Rüstern, deren Vegetation meist etwas später wie bei den vorigen (Ende März, Anfang April) einsetzt. Dann folgen im sog. Erstfrühling mit dem Blattausbruch Lärche, Birke, Hainbuche (Mitte bis Ende

April). Am Anfang Mai ergrünen Rotbuche, Stiel- und Traubeneiche und die übrigen Laubhölzer, und wenig später um Mitte Mai folgen Tanne, Fichte und Kiefer nach (Vollfrühling). Bei der Kiefer setzt die Entfaltung der Nadeln meist erst ein, nachdem die Streckung der Triebe schon stark vorgeschritten ist. Zu den spät austreibenden Laubhölzern gehört vor allem die Akazie.



Abb. 113. Rechts 50jähriger reiner Stieleichenbestand, im Frühjahr bereits ergrünt, links gleichaltriger Eichenbestand mit vorwiegendem Traubeneichencharakter, noch kahl. Oberförsterei Havelberg.
Nach Seitz.

Bezüglich des Blattausbruchs bei Stiel- und Traubeneiche ging die Schulmeinung in der forstlichen Literatur und Praxis bisher allgemein dahin, daß die Stieleiche 8—14 Tage früher ergrünen soll. Die 10jährigen forstlich-phänologischen Beobachtungen der deutschen forstlichen Versuchsanstalten² haben dies nicht bestätigt. Nur an ganz wenigen von über 200 Stationen zeigte sich ein Vorsprung der Stieleiche, aber dann meist nur um 2—3 Tage. Es kamen aber auch umgekehrte Fälle vor. Auch Burger³ konnte in unteren milden Lagen bei Zürich, wo

beide Arten in gut ausgeprägten Formen nebeneinander vorkommen, keinen Zeitunterschied feststellen. Gegenteilige Beobachtungen hat Seitz⁴ gemacht, wonach auf Niederungsböden die Stieleiche 10 Tage vor der Traubeneiche, auf nur 20 m höher liegenden, trockenen Höhenböden aber 10 Tage später austreiben soll. Vielleicht klären sich die

¹ Die Angaben beziehen sich hier überall auf das mittlere Norddeutschland. Im süd westlichen Deutschland tritt dagegen eine Verfrühung von 10—14 Tagen, im nordöstlichsten eine Verspätung von 8—10 Tagen im Durchschnitt ein.

² Wimmenauer: Die Hauptergebnisse 10jähriger forstlich-phänologischer Beobachtungen in Deutschland. Berlin 1897.

³ Burger: Über morphologische und biologische Eigenschaften der Stiel- und Traubeneiche. Mitt. d. schweiz. Zentralanst. f. d. forstl. Versuchswes. 1914.

⁴ Seitz: Edelrassen des Waldes, S. 14. Berlin 1927.

Widersprüche dadurch auf, daß es bei beiden Arten früh und später ergrünende Rassen gibt, die bei dem vielfachen künstlichen Anbau durcheinander gekommen sind. Für die Stieleiche hat ja Cieslar durch seine Provenienzversuche das Vorkommen solcher Rassen mit verschiedener Vegetationszeit schon nachgewiesen (vgl. S. 212). Die in Ungarn und Slawonien gelegentlich auftretende, erst im Juni austreibende Spät-eiche (*var. tardissima*) soll ebenfalls eine Stieleiche sein.

So günstig an sich ein frühes Austreiben für die Verlängerung der Vegetationszeit erscheint, so gefährlich ist es für die frostempfindlichen Holzarten, wie Tanne, Fichte, Buche und Eiche. Für die Fichte hat Münch dies in besonders anschaulicher Weise nachgewiesen (vgl. Abb. 100). Für die Eiche konnte Seitz ähnliches für eine andere Gefahr, nämlich den Kahlfraß durch den Wickler (*Tortrix viridana*) beobachten. Ein später ausgetriebener Bestand dicht neben einem früher ausgetriebenen blieb vollständig verschont (vgl. Abb. 113 u. 114). Übrigens treibt bei der Tanne und Fichte die Terminalknospe immer etwas später aus als die Seitenknospen. Der führende Höhentrieb entgeht dadurch öfter dem Spätfrost. Bei der Fichte ist ein individuell sehr verschiedener Vegetationsbeginn zu beobachten, auch bei der Buche fallen oft einzelne Spättreiber auf, während bei der Kiefer das Antreiben mehr gleichmäßig erfolgt.



Abb. 114. Die gleichen beiden Bestände wie in Abb. 113, 3 Wochen später. Jetzt der rechte vom Wickler kahlgefressen, der linke, spätreibende, im vollen Laub. Wichtigkeit richtiger Rassenwahl!
Nach Seitz.

Jährlicher Verlauf des Längenwachstums. Der Verlauf des Längenwachstums am einzelnen Trieb geht meist überaus rasch vor sich. Nach einer längeren oder kürzeren Reihe von Tagen mit kaum meßbaren Knospenverlängerungen setzt eine zweite, meist sehr stürmisch verlaufende Phase ein, in der tägliche Zuwachslängen von 1—2 cm, bei manchen Arten auch 3—3,5 cm vorkommen. (Esche nach Büsgen, Esche, Eiche und Rotbuche nach Burger¹.) Diese Hauptwachstumsperiode umfaßt aber meist nur eine sehr kurze Zeit, bei manchen Arten nur 2—3 Wochen, in denen der größte

¹ Büsgen: Blütenentwicklung und Zweigwachstum der Rotbuche. Z. f. Forst- u. Jagdwes. 1916, S. 289ff. — Burger: Untersuchungen über das Höhenwachstum verschiedener Holzarten. Mitt. d. schweiz. Zentralanst. f. d. forstl. Versuchswes. 1926.

Teil des Höhentriebes gebildet wird. Darauf fällt dann das Wachstum ziemlich rasch ab. Diesem Typ (sog. schubweises Wachstum) folgen in der Hauptsache Eiche, Buche, Bergahorn und Esche, etwas weniger ausgeprägt auch Fichte und Kiefer. Ein anderer Typ, darunter auch sehr raschwüchsige Arten, haben dagegen ein viel länger anhaltendes kräftiges Wachstum ohne so starke Tagesleistungen wie die vorigen. Hierzu gehören z. B. Hainbuche, Birke und Schwarzerle (vgl. die Wachstumskurven Abb. 115).

Einige unserer Holzarten zeigen die merkwürdige Erscheinung, daß sie nach bereits eingestelltem Höhenwachstum und einer mehrwöchigen Ruheperiode noch

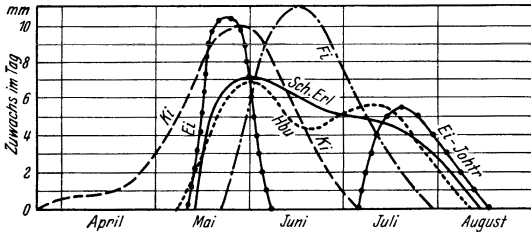


Abb. 115. Normalverlauf des jährlichen Höhenwachstums verschiedener Holzarten auf dem Adlisberg b. Zürich. Nach Burger.

Ki = Kiefer aus mitteleuropäischer Tieflage. Ei = Tieflandsfichte. Ei = Eiche. Sch.Erl = Schwarzerle. Hbu = Hainbuche. Jahr = Johannistrieb.

einmal zu wachsen anfangen und dann noch einen meist kleineren Trieb, den sog. Johannistrieb, machen. Diese Johannistriebbildung¹ tritt sehr regelmäßig bei der Eiche auf, wo ihre Länge oft sogar die der Maitriebe übertrifft, auch bei der Buche ist sie häufig. Sie kommt aber gelegentlich auch bei andern Holzarten, wie jungen Hainbuchen und Birken, und unter den Nadelhölzern besonders bei der Lärche und der grünen Douglasie vor, meist aber

nur an jüngeren Pflanzen und besonders nach Beschädigungen durch Frost, Insektenfraß u. dgl. Sog. „verkappte Johannistriebe“ bilden vielfach die Ahorne, indem das Längenwachstum bei ihnen nicht ganz zur Ruhe kommt,

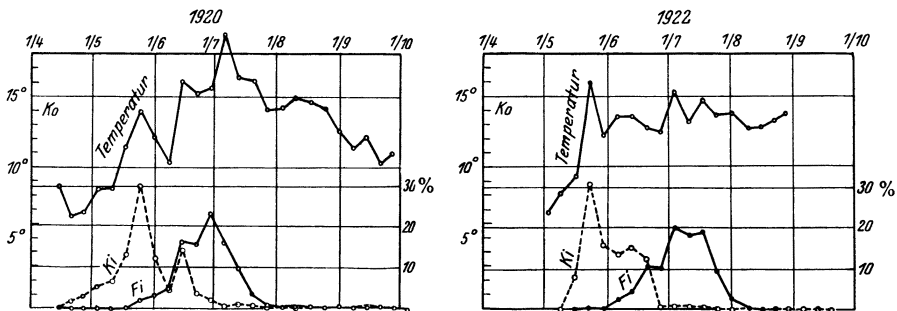


Abb. 116. Vergleich zwischen dem Verlauf der Temperatur und des Höhenwachstums bei Kiefer und Fichte in den Jahren 1920 und 1922 in Kollberga i. Südschweden. Nach L. G. Romell.

Oben: Temperaturkurve.

Unten: - - - - Wöchentlicher Höhenzuwachs der Kiefer in Prozent des Gesamtzuwachses.
 „ ——— „ „ „ Fichte „ „ „

sondern nur sehr stark abflaut und die Internodien ganz kurz werden, um dann noch einmal wieder anzusteigen und danach erst endgültig zur Ruhe überzugehen.

Die Witterung des laufenden Jahres ist nicht ohne Einfluß auf den Verlauf des Höhenwachstums. Es setzt gern mit einem scharfen Temperaturanstieg im Frühling ein, wenn die Holzart an sich bereit zum Austreiben ist. Es zeigt auch bei Kälterückfällen ein deutliches Nachlassen, um bei Wiederanstieg der Temperatur wieder zuzunehmen, wenn die Zuwachsperiode noch nicht ab-

¹ Späth: Der Johannistrieb. Berlin 1912.

gelaufen ist. Die günstigste Witterung vermag aber kein vorzeitiges Austreiben zu veranlassen, wenn die Holzart innerlich noch nicht fertig ist, auch keine Verlängerung des Wachstums, wenn die durchschnittliche Dauer der Wachstumszeit vorüber ist. In sehr anschaulicher Weise zeigen das zwei Wachstumskurven einer Arbeit von Romell¹ über den Zuwachsgang von Kiefer und Fichte in Schweden (vgl. Abb. 116).

Die Kiefer beginnt am Versuchsort (Kolleberga i. Südschweden) stets erheblich vor der Fichte, die dort erst später fertig ist. Daher treibt mit dem starken Temperaturanstieg Mitte Mai 1920 (von 8° auf 14° C) nur die erstere aus. Der Temperatursturz Anfang Juni drückt dann den Zuwachs bei der Kiefer stark herab, aber da ihre Zeit noch nicht abgelaufen ist, reißt der Temperaturanstieg Mitte Juni den Zuwachs noch einmal etwas hoch. Dann aber geht er trotz steigender Temperatur abwärts und ist schon am 1. Juli dauernd zum Abschluß gekommen. Die Fichte, die ihren Zuwachs erst Mitte Mai begonnen hat, zeigt den Einfluß des Temperatursturzes Anfang Juni nur in einer leichten Einknickung der Wachstumskurve, vom 1. Juli an fällt sie rasch und unaufhaltsam, trotzdem die Temperatur im ganzen Juli und dem größten Teil des August noch sehr günstig ist. Schon Ende Juli ist auch die Fichte vollständig zur Ruhe gekommen. Vergleicht man damit die Kurven des Jahres 1922, so zeigen sich trotz des viel gleichmäßigeren Temperaturverlaufes im Juni, Juli und August doch ganz unverkennbar große Übereinstimmungen in dem ganzen Ablauf der Phasen. Man beachte auch hier die Einknickungen der Kurven im Zusammenhang mit dem Temperaturgang. Beide Holzarten schließen auch ihr Höhenwachstum in der gleichen Reihenfolge und mit dem gleichen Abstand von etwa 1 Monat ab, trotzdem die Temperatur dauernd günstig und gleichmäßig bleibt.

Für Norddeutschland liegen so eingehende und genaue Untersuchungen leider nicht vor. Eigene Messungen² aus dem Jahre 1910 in Dickungen und jungen Stangenhölzern bei Eberswalde ergaben bei der Kiefer den Beginn des Wachstums in den ersten Maitagen und den Abschluß schon Anfang Juni. Auch Büsgen³ hat bei den von ihm untersuchten Laubhölzern meist einen Beginn des Austreibens um Ende April bis Anfang Mai beobachtet, und die Streckung war ebenfalls nach 1—1¼ Monat fast überall beendet.

Etwas längere Zuwachsperioden bis zu 50 und 60 Tagen hat Burger im Versuchsgarten bei Zürich festgestellt. Die Unterschiede beruhen dort wohl aber mehr auf der Miterfassung der anfänglich kaum merkbaren Knospenverlängerung durch sehr feine Messungen als auf tatsächlich viel längerer Wachstumszeit. Für die Buche bei Hann.-Münden stellte Büsgen folgende Wachstumsabschnitte fest:

- | | | |
|------------------------|---------------|----------------|
| 1. Schwaches Wachstum: | 27. April bis | 6. Mai |
| 2. Mittleres | „ | 7. Mai „ 10. „ |
| 3. Starkes | „ | 11. „ „ 18. „ |
| 4. Mittleres | „ | 19. „ „ 26. „ |
| 5. Schwaches | „ | vom 27. Mai ab |
- danach Stillstand (kein Johannistrieb).

Alle Forscher, die sich mit der Frage beschäftigt haben, sind aber darin einig, daß die Gesamtlänge des Jahrestriebes nicht oder doch nur ganz unbedeutend von der Witterung des laufenden Jahres abhängt, dagegen sehr stark von der Witterung des Vorjahres bestimmt wird, weil da schon die Knospen für das nächste Jahr angelegt und die Reservestoffe dafür aufgespeichert werden.

So fand Hesselman⁴ bei der Kiefer in Schweden nach dem ungewöhnlich warmen (auch trockenem) Sommer 1901 die Jahrestriebe von 1902 um 50—100 % länger als im Vorjahr, trotzdem der Sommer 1902 dort ungewöhnlich kalt und naß war. Die Folge dieses un-

¹ Lars-Gunnar Romell: Växttidsundersökningar å Tall och Gran. Mitt. d. schwed. forstl. Versuchsanst. 1925, H. 22. Mit französischem Resümé.

² Nicht veröffentlicht. ³ Büsgen: a. a. O., Z. f. Forst- u. Jagdwes. 1916, S. 289ff.

⁴ Hesselman: Über den Höhenzuwachs und die Sproßbildung der Kiefer in den Sommern 1900—1903. Mitt. d. schwed. forstl. Versuchsanst. 1904. Deutsches Resümé.

günstigen Sommers zeigte sich dann erst im Jahre 1903 in einer außerordentlichen Verkürzung der Triebe, die es in Nordschweden sogar oft nur zur Bildung kleiner büscheliger Gebilde brachten. Andererseits beobachtete Cieslar an der Fichte bei Wien nach dem besonders heißen und trockenen Sommer 1904 im folgenden Jahre eine ungewöhnlich starke Verkürzung der Triebe. So betrug an 9jährigen Fichten der Höhenzuwachs:

1902	1903	1904	1905	1906
11,9	13,3	13,0	7,5	17,5 cm

Während in Schweden also ein heißer Sommer des Vorjahres eine Verlängerung der Triebe erzeugte, erfolgte in Österreich dadurch eine Verkürzung. Cieslar hat den scheinbaren Widerspruch wohl ganz richtig damit erklärt, daß in kälteren Klimaten die Wärme des Sommers fördernd wirkt, während in wärmeren die mit heißen Sommern immer verbundene Trockenheit den Zuwachs schädigt. Auch Möller¹ konnte bestätigen, daß für die Länge des Höhentriebes bei der Kiefer die Ernährungsverhältnisse des Vorjahres entscheidend sind, während die Länge und Stärke der Nadeln durch die Verhältnisse des laufenden Jahres bestimmt wird, wie das auch schon Hesselman gefunden hatte.

Die Witterung des laufenden Frühlings begünstigt und verzögert aber den Beginn des Austreibens. Nach 20—30jährigen Beobachtungen in Gießen² betragen die Unterschiede in der Blattentfaltung zwischen extremen Jahren bei den meisten Holzarten 3—4 Wochen, bei der Buche sogar 5 und bei der Roßkastanie fast 6 Wochen. Aber ein verspäteter Beginn wird dann oft durch rascheres Wachstum oder durch eine Verlängerung der Wachstumszeit wieder ausgeglichen. Deswegen zeigt die Witterung des laufenden Jahres beim Höhenwachstum meist nicht den ausschlaggebenden Einfluß, den man ihr von vornherein geben möchte.

Jährlicher Verlauf des Dickenwachstums. Auch das Dickenwachstum der Stämme zeigt in unseren Breiten einen ausgesprochenen Ruhezustand, der mit der ungünstigen Jahreszeit im Winter zusammenfällt. Da die im Anfang des Wachstums gebildeten Zellen meist dünnwandiger, aber dabei weitlumiger gebaut sind (Frühholz) als die am Abschluß gebildeten, von denen namentlich die letzten sehr eng, dickwandig und abgeplattet zu sein pflegen (Spätholz), so prägt sich die Periodizität des Dickenzuwachses schon für das unbewaffnete Auge mehr oder minder deutlich in den sog. Jahrringen aus. Man kann aus ihrer Breite den Zuwachs ersehen, den der Stammdurchmesser während einer Vegetationszeit erfahren hat. Aus der Zerlegung des Schaftes in kurze Abschnitte kann man dann aus der Jahrringfläche und der Länge der Abschnitte auch die gesamte jährlich zugewachsene Masse berechnen. Diese sog. Stammanalysen nach dem sektionsweisen Verfahren bilden das große Grundlagenmaterial der Ertragstabellen unserer forstlichen Versuchsanstalten.

So gut und umfassend wir dadurch auch über den Dickenzuwachs des Stammes nach Jahren unterrichtet sind, so wenig ist das für den jahreszeitlichen Verlauf der Fall.

Die Versuche, durch sehr fein empfindliche Meßapparate auch die schwächsten Vergrößerungen des Durchmessers bzw. des Baumumfanges während der Vegetationszeit festzustellen³, haben zu dem bedauerlichen Ergebnis geführt, daß der verschiedene Wassergehalt des Stammes, vielleicht auch die verschiedene Wärme das Volumen so stark verändern, daß man stets mit großen Fehlern zu rechnen hat, die die ganze Brauchbarkeit des Verfahrens aufheben. So erfolgt z. B. neben unregelmäßigen Schwankungen im Laufe des Jahres auch eine regelmäßige Zunahme des Stammumfanges in der Nacht und eine Abnahme

¹ Möller: Die Nutzbarmachung des Rohhumus bei Kiefernkulturen. Z. f. Forst- u. Jagdwes. 1908.

² Nach Beobachtungen von H. Hoffmann, zusammengestellt von Danckelmann in Phänologie der Holzarten. Z. f. Forst- u. Jagdwes. 1898, S. 268.

³ Friedrich: Über den Einfluß der Witterung auf den Baumzuwachs. Mitt. a. d. forstl. Versuchswes. Österr. 1897, H. 22. — Romell, L. G.: a. a. O. (vgl. Fußnote S. 253).

am Tage, die offenbar durch den Wasserverlust infolge der Transpiration bedingt wird und sehr genau der Kurve der relativen Feuchtigkeit folgt. Eine andere Methode besteht in der Entnahme von Bohrspänen mit dem Preßlerschen Zuwachsbohrer und der Messung und Zählung der neugebildeten Zellen unter dem Mikroskop. Hier besteht aber die Schwierigkeit, daß man nicht fortlaufend Späne von demselben Baum und an derselben Stelle entnehmen kann, ohne Störungen befürchten zu müssen. Man muß sich nur mit Stichproben begnügen. Die meisten Untersuchungen sind aber auf diese Weise ausgeführt worden¹.

Die Ergebnisse sind im einzelnen recht verschieden, was verständlich ist, wenn wir erfahren, daß Hartig an einem Nordhang am 26. Mai noch keinen Zuwachs in einem Fichtenbestand fand, während etwa 100 Schritt davon entfernt an einem sonnigen Standort schon ein Viertel des Jahrringes gebildet war. Ja sogar am selben Stamm wurde ein verschiedener Zuwachsbeginn zwischen Nord- und Südseite beobachtet und auch bei gleichem Standort wurden individuelle Unterschiede von mehreren Wochen gefunden. Im allgemeinen läßt sich aber aus den vielen Einzelbeobachtungen zusammenfassend doch folgendes entnehmen: Auch das Dickenwachstum beginnt anfangs langsam, bei uns etwa in den Monaten April bis Mai. Bei vielen Arten setzt es ziemlich gleichzeitig mit dem Knospenaufbruch ein, öfter aber auch etwas später, nur bei einzelnen wenigen Arten auch schon vorher. So ist das z. B. bei Eiche und Esche beobachtet worden.

Auf das Anfangsstadium folgt dann ebenso wie beim Längenwachstum eine Zeit starken Wachstums, aber hier erst in den Monaten Juni und Juli, um dann im August bis in den September hinein abzuklingen. Bei uns dürfte das Dickenwachstum überall schon in der ersten Hälfte des September vollständig abgeschlossen werden, vielfach aber sogar schon im August. Gerade die Dauer der Wachstumszeit scheint beim Dickenwachstum je nach Standort, Jahreswitterung, aber auch nach individueller Wuchskraft besonders starken und oft unerklärlichen Schwankungen unterworfen zu sein, so daß die Gewinnung einer klaren Einsicht in die ursächlichen Zusammenhänge äußerst erschwert ist.

Die methodisch besonders sorgfältigen und umfangreichen Untersuchungen von Romell² in Schweden haben das aufs eindringlichste gezeigt. So wurden z. B. an 20 etwa 17-jährigen Kiefern in Nordschweden folgende Verhältnisse gefunden.

Jahr	1921	1922	1923
Wachstumsbeginn	21. Mai	6. Juni	26. Juni
Wachstumsdauer	103	79	52 Tage
Zahl der gebildeten Zellen	28	32	25
Mitteltemperatur der Wachstumszeit	11,5 ⁰	13,5 ⁰	13,5 ⁰

Trotzdem die Mitteltemperatur in den Jahren 1922 und 1923 gleich war, war die Wachstumsdauer um 4 Wochen verschieden, 1921 war sie fast doppelt so lang wie 1923, trotzdem die Temperatur erheblich niedriger war!

Wie schon durch Untersuchungen von F. Schwarz³ festgestellt wurde, zeigen übrigens jüngere Pflanzen den Einfluß der Witterung auf das Wachstum meist sehr viel unsicherer als ältere, weil die hohe Wachstumsenergie im Jugendstadium, die sich in dem steilen Aufstieg der Wachstumskurve ausprägt, hemmende Einflüsse oft überflügelt und verdeckt. An alten Stämmen hat Schwarz einen Zusammenhang zwischen der Größe des

¹ So von R. Hartig: Holz der deutschen Nadelwaldbäume. 1885. — Holz der Rotbuche (mit R. Weber zusammen). 1888. — Untersuchungen über die Entstehung und die Eigenschaften des Eichenholzes. Forstl. naturwiss. Z. 1884. — Ferner Wieler: Über die Periodizität im Dickenwachstum der Holzbäume. Tharandter forstl. Jb. 1898, S. 39 ff.

² Romell: a. a. O.

³ Schwarz, F.: Dickenwachstum und Holzqualität von *Pinus silvestris*, Berlin 1899.

Dickenwachstums und dem Temperaturgang der Monate Januar bis März gefunden, indem große Kälte in dieser Zeit den Beginn des Wachstums verspätete und die Gesamtleistung herabdrückte, andererseits warme Vorwitterung sie erhöhen soll. So überzeugend auch die von Schwarz gegebenen Beispiele seiner sehr sorgfältigen und ausgedehnten Untersuchungen sind, so sind doch in anderen Fällen wieder ganz andere Verhältnisse ausschlaggebend. Besonders gilt das für Jahre mit extremer Trockenheit. Der Einfluß solcher Dürrejahre, wie z. B. bei uns 1904 und 1911, prägt sich auf fast allen Stammscheiben sehr deutlich aus, sofern sie nicht von feuchten Standorten stammen.



Abb. 117. Stammscheibe der Fichte. Der Flächenzuwachs ist nach dem Dürrejahr 1904 auf weniger als $\frac{1}{3}$ des vorherigen zurückgegangen und hat sich seitdem nicht wieder erholt. Nach Münch.

Namentlich bei Kiefer und Fichte finden wir einen so auffällig schmalen Jahresring, daß der ursächliche Zusammenhang hier ganz unverkennbar ist. Solchen

Zuwachsrückgang durch große Trockenheit im Sommer, wobei hauptsächlich diejenigen Monate in Betracht kommen, in die die Hauptwachstumszeit fällt, sind von den verschiedensten Beobachtern¹ festgestellt worden. Das Schlimmste dabei ist, daß nicht nur der Zuwachs des einen Jahres herabgesetzt ist, sondern daß sich oft noch sehr lange Nachwirkungen einstellen und der Zuwachs sich noch jahre- bis jahrzehntelang nicht erholen kann (vgl. Abb. 117). Offenbar findet hier wohl ein Absterben oberfläch-

lich streichender Wurzeln statt, so daß das verringerte Wurzelsystem dann nicht sobald wieder eine ausreichende Wasserversorgung leisten kann. Welche schweren Schäden hierdurch besonders bei der flach wurzelnden Fichte in bestimmten Gebieten und auf gewissen Böden angerichtet werden, hat besonders Wiedemann in Sachsen für die Dürrejahre 1892, 1904 und 1911 nachgewiesen².

Verlauf des Wurzelwachstums. Über die Bedingungen und den Verlauf des Wurzelwachstums sind wir nur wenig unterrichtet. Ein gewisser Wechsel zwischen Ruhe und Wachstumstätigkeit zeigt sich auch bei

¹ Cieslar: Einige Beziehungen zwischen Holzzuwachs und Witterung. Zbl. f. d. ges. Forstwes. 1907. — Böhmerle: Die Dürreperiode 1904 und unsere Versuchsbestände. Ebenda 1907. — Schwappach: Laufend jährlicher Zuwachs in Buchenbeständen. Z. f. Forst- u. Jagdwes. 1904. — Die Kiefer, S. 72. 1908. — Wiedemann: Zuwachsrückgang und Wuchsstockung der Fichte. Tharandt 1925. — Henry: Influence de la sécheresse de l'année 1893 sur la végétation forestière en Lorraine. Compt. rend. de Séance de l'Acad. de Sci. Bd. 19, S. 1025, 1894.

² Wiedemann: a. a. O., S. 28 u. Tafel 19.

ihnen. Aber es findet jedenfalls keine so deutliche Anpassung an unsere Jahreszeiten statt, was offenbar mit dem viel ausgeglicheneren Bodenklima und der Verspätung des jahreszeitlichen Wärmeverlaufs in den tieferen Bodenschichten zusammenhängt. Das Wachstum setzt im Frühjahr nach den meisten Beobachtungen an den Wurzeln erst etwas später ein als an den oberirdischen Teilen, namentlich an den feineren und vom Wurzelknoten etwas entfernteren. Engler¹ fand meist eine gewisse Ruhezeit im Spätsommer (August, September), danach erneutes Wachstum, welches sich bei den Laubhölzern bei milder Witterung noch bis spät in den Winter hinein fortsetzte, während die Nadelhölzer dann eine ausgesprochenere längere Ruhezeit haben. Volle Übereinstimmung mit den Ergebnissen anderer Beobachter besteht aber nicht, insbesondere nicht über die Ruhezeit im Spätsommer und die Tätigkeit der Laubholzwurzeln bis tief in den Winter. Noch weniger wissen wir über das fortschreitende Wachstum der Wurzeln in die Tiefe. Jedenfalls ist aber so viel festgestellt, daß die Entwicklung hierbei schon in der ersten Jugend sehr rasch vor sich geht. An 1jährigen Kiefern sind schon Pfahlwurzellängen bis zu 1 m und darüber und an 22jährigen Kiefern schon solche von über 3 m gefunden worden. Es scheint also, daß die endgültige Tiefe verhältnismäßig sehr früh erreicht wird und das weitere Wachstum sich dann nur auf die Anlage und Ausbildung neuer Seitenwurzeln und die Verstärkung der alten Wurzeln durch Dickenwachstum beschränkt.

Das Wachstum in den verschiedenen Lebensaltern. Wenn wir schließlich den Verlauf des Wachstums in Abhängigkeit vom Lebensalter betrachten wollen, so werden wir hierbei in der Hauptsache auf die in den Ertrags- tafeln der forstlichen Versuchsanstalten niedergelegten Messungen und Zahlen zurückgreifen können.

Allerdings ist zu beachten, daß diese nur Durchschnittsergebnisse enthalten, die noch dazu größtenteils meist durch Aneinanderreihung von Untersuchungen an verschieden- altrigen Beständen zu einer Ertragsreihe (Bonität) gewonnen sind. Fehlende Zwischenstücke sind vielfach nur durch Interpolation eingefügt. Ebenso ist zu beachten, daß die Bestände, an denen die Zahlen gewonnen sind, in ihrem Wachstum und in ihrer Zusammensetzung durch die Eingriffe der forstlichen Wirtschaft (regelmäßige Durchforstungen) stark beeinflußt sind. Sie können also nur für die Verhältnisse des Wirtschaftswaldes, nicht für die des unberührten Naturwaldes gelten, den wir nirgends mehr haben.

Gang des Höhenzuwachses nach dem Lebensalter. Die Entwicklung des Höhenwachstums vollzieht sich zwar bei den einzelnen Holzarten verschieden rasch, aber überall im Zuge einer Kurve, die nach langsamem Anstieg in der allerersten Jugend sich sehr rasch erhebt, um nach früher Erreichung eines Maximums wieder langsam und stetig abzunehmen, um einem in weiter Ferne liegenden Nullpunkt zuzustreben, der bei Erreichung der überhaupt möglichen Höchsthöhe liegt (Kurve der sog. großen Periode). Diesen Verlauf pflegen eine große Anzahl von rein physikalischen, aber auch von Lebensvorgängen zu zeigen, bei denen mit der Steigerung der Leistung in gleichem Maße auch ein Widerstand zunimmt. Beim Längenwachstum liegt es nahe, hierbei an die zunehmende Schwierigkeit der Wasserhebung zu immer größeren Höhen zu denken. Es dürften aber daneben doch auch innere Gründe mitsprechen (Alterserscheinungen).

Der durchschnittliche Jahreszuwachs der mittleren Bestandeshöhe beträgt in optimalen Klimlagen und auf besten Böden bei den einzelnen Holzarten nach den Ertragstafeln:

¹ Engler: Untersuchungen über das Wurzelwachstum der Holzarten. Mitt. d. schweiz. Zentralanst. f. d. forstl. Versuchswes. Bd. 8, S. 247ff., 1903.

	Alter in Jahren					
	1-20	21-40	41-60	61-80	81-100	101-120
	cm	cm	cm	cm	cm	cm
Fichte in Preußen ¹ . .	30,5	48,0	38,0	25,0	17,5	11,5
Kiefer in Preußen ² . .	44,5	40,0	27,0	19,0	14,5	11,5
Buche in Preußen ³ . .	27,5	40,5	34,0	27,0	19,0	13,5
Eiche in Hessen ⁴ . .	46,5	45,0	29,5	19,5	14,0	10,0
Tanne in Baden ⁵ . .	12,5	54,0	48,0	27,5	17,0	11,0
Erle in Preußen ⁶ . .	72,5	32,0	16,0	7,0	—	—

Den Gang des Höhenwachstums in den verschiedenen Altersperioden gibt außerdem die auf Grund der obigen Zahlen entworfene graphische Darstellung an (Abb. 118).

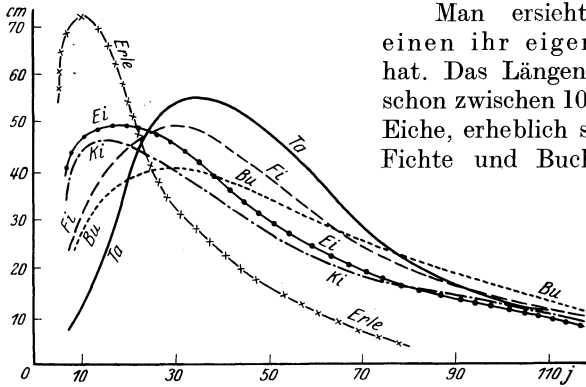


Abb. 118. Altersverlauf des jährlichen Höhenwachstums der Hauptholzarten Deutschlands auf besten Standorten. Entworfen nach den Ertragstafeln.

Man ersieht daraus, daß jede Holzart einen ihr eigentümlichen Zuwachsverlauf hat. Das Längenwachstum kulminiert sehr früh, schon zwischen 10—20 Jahren, bei Erle, Kiefer und Eiche, erheblich später, etwa um das 35. Jahr, bei Fichte und Buche und am spätesten, um das 40. Jahr herum, bei der Tanne. Es fällt dann sehr rasch wieder bei der Erle, verhältnismäßig rasch bei Eiche und Kiefer, langsamer bei Fichte und Tanne und am langsamsten bei der Buche. Auf ungünstigeren Standorten (geringeren Ertragsklassen) ist der Höhenzuwachs natürlich absolut viel ge-

ringer, und die Kulmination tritt entsprechend später auf. Z. B. für Fichte in Preußen:

auf Ertragsklasse	I	II	III	IV	V
im Alter	30	35	45	50	60 Jahren
mit einem jährlichen Höhenzuwachs von	50	43	36	30	24 cm

Ähnliches wiederholt sich mehr oder minder auch bei den übrigen Holzarten. Aus den angeführten Zahlen scheinen sich folgende ökologischen Beziehungen zu ergeben: 1. Die Schattholzbestände wachsen anfangs langsamer als die Lichtholzbestände, im späteren Alter aber kehrt sich das Verhältnis um. 2. In der Jugend sehr raschwüchsige Holzarten (Erle, ganz ähnlich auch Birke, Aspe und Akazie bei uns) lassen auch rasch wieder nach, sie verpuffen ihre Wuchsenenergie gewissermaßen schon in der Jugend, langsamwüchsiger holen oft im späteren Alter nach, was sie in der Jugend versäumt haben.

Selbstverständlich gibt es auch Ausnahmen, aber die obigen Beziehungen treten doch so augenfällig zutage, daß sie eine gewisse Regel zu bilden scheinen. Auch unter ganz andersartigem, viel ausgeglichenerem und günstigerem Klima zeigen sich derartige Erscheinungen z. B. bei dem in der ersten Jugend so überaus raschwüchsigen Teakholz in Indien, das in der

¹ Ertragstafel A, Schwappach 1890.
³ Schwappach 1893 A.
⁵ Eichhorn 1902.

² Schwappach 1896.
⁴ Wimmenauer 1900.
⁶ Schwappach 1902.

Jugend 2 m lange Triebe macht, aber schon im 35. Lebensjahr das Höhenwachstum abschließt und deswegen doch nicht über 30—40 m hoch wird. „Es ist dafür gesorgt, daß die Bäume nicht in den Himmel wachsen.“

Gang des Dicken- und Massenzuwachses nach dem Lebensalter. Für die Massenerzeugung der Holzarten spielt neben dem Längenwachstum das Dickenwachstum des Stammes die wichtigere Rolle, besonders im höheren Alter, wo die Höhenzunahme nur gering ist. Auch die Jahrringbreiten nehmen von innen nach außen immer mehr ab, aber da ja auch der Umfang immer größer wird, so könnte der Zuwachs trotzdem der gleiche bleiben. Entscheidend ist nur der Ringflächen- oder, wie man in der Ertragskunde gewöhnlich zu sagen pflegt, der Kreisflächenzuwachs in der ganzen Höhe des Baumes und schließlich auch an den Ästen. Ökologisch ist der gesamte Massenzuwachs für die Wuchsleistung entscheidend. In der Wirtschaft kommt es wegen der geringen Verwertbarkeit der ganz schwachen Sortimente (Reisholz = unter 7 cm Durchmesser) mehr auf den Derbholzertrag (alles Holz über 7 cm Stärke) an.

Betrachten wir den Gang des gesamten Massenzuwachses (Derbholz + Reisig) bei den einzelnen Beständen wie vor, so ergibt sich folgendes Bild nach den Ertragstafeln für die 1. Ertragsklasse.

Der laufend jährliche Gesamtzuwachs je Hektar beträgt:

	Jahr									
	30. fm	40. fm	50. fm	60. fm	70. fm	80. fm	90. fm	100. fm	110. fm	120. fm ¹
bei Fichte in Preußen . . .	16,6	20,0	21,0	19,8	19,6	<u>19,0</u>	<u>17,4</u>	<u>15,2</u>	<u>13,6</u>	<u>11,6</u>
„ Kiefer in Preußen . . .	<u>13,2</u>	12,8	11,6	10,0	8,4	7,4	6,1	5,6	5,0	4,3
„ Buche in Preußen . . .	12,0	14,5	15,2	14,4	13,4	12,6	11,7	11,0	10,2	9,5
„ Eiche in Hessen . . .	10,7	11,4	10,7	10,1	9,6	9,3	8,6	8,1	7,6	7,1
„ Tanne in Baden . . .	13,8	31,0	<u>30,6</u>	<u>26,6</u>	<u>24,6</u>	18,8	15,8	13,2	11,2	9,8
„ Erle in Preußen . . .	12,4	<u>9,8</u>	<u>7,8</u>	<u>5,8</u>	4,4	3,2	—	—	—	—

Auch hier zeigt sich also ein ähnlicher Verlauf der Kurven wie beim Längenwachstum, nur verlaufen sie viel flacher und die Kulmination des Massenzuwachses findet bedeutend später statt, bei der Kiefer und Erle um das 30. Jahr, bei Eiche und Tanne um das 40., bei Fichte und Buche um das 50. Jahr. Die größte Massenerzeugung auf der Fläche haben die Schattholzarten, vor allem die Tanne, die in der ersten Zeit die Führung hat, während im späteren Alter die der Fichte höher ist. Die beiden Lichthölzer Eiche und Kiefer haben ziemlich gleiche Leistung. In der Jugend ist die erstere etwas überlegen, im Alter die letztere². Die Erle nimmt wieder eine Sonderstellung ein. Ihr Zuwachs ist nur in der Jugend hoch und läßt dann überaus rasch nach.

Auch für die verschiedenen Ertragsklassen gelten ähnliche Beziehungen wie beim Längenwachstum. Der Gesamtzuwachs kulminiert:

auf Ertragsklasse . . .	I	II	III	IV	V
bei Fichte im Alter . .	50	55	55	55	60 Jahren
mit einem Zuwachs von	21,0	18,0	15,8	12,6	9,6 Festmeter je Hektar.

Die Zuwachsleistung fällt also mit abnehmender Ertragsklasse, kulminiert aber später.

¹ fm = Festmeter, im forstlichen Sprachgebrauch = cbm feste Holzmasse.

² Die Zahlen sind hier aber sehr viel unsicherer als beim Längenwachstum, da die Art der wirtschaftlichen Behandlung, vor allem die Handhabung der Durchforstung, große Unterschiede bedingt. Die Ertragstafeln geben recht abweichende Zahlen. Doch dürften die Verhältnisse der Holzarten zueinander sich dadurch nicht sehr verschieben.

Schichtenbildung und Stammausscheidung. Hand in Hand mit der zunehmenden Höhe der Bestände geht auch ein Längenwachstum der Seitenzweige und damit eine Verbreiterung der Baumkrone. Damit ist ein dauernder Kampf um den Raum verbunden. Ein Teil der Stämme bleibt zurück und hält sich je nach dem Grade des Lichtbedürfnisses noch neben und sogar unter den voraneilenden Nachbarstämmen. Es bilden sich verschiedene Kronenschichten und Stammklassen von vorwüchsigen, herrschenden bis zu den mehr und minder unterdrückten aus. (Näheres hierüber in Teil II, Kap. 16.) Fortdauernd findet dabei ein Ausscheiden der stärker unterdrückten Stämme statt und auch von den herrschenden und vorwüchsigen wird im Laufe der Jahre der eine oder andere durch Krankheiten oder Beschädigungen zum Absterben gebracht. In diese Verhältnisse greift heute die Wirtschaft in einschneidender Weise ein, indem sie dauernd im Wege der Durchforstung die Stammzahlen künstlich vermindert und nicht nur der Natur zuvorkommt, indem sie die früher oder später dem Untergang verfallenen unterdrückten Stämme wegnimmt, sondern darüber hinaus auch noch in den herrschenden Bestand eingreift. Die Stammzahlen sind daher heute im Wirtschaftswald viel niedriger als es die natürliche Entwicklung mit sich bringen würde.

Unter dieser Einschränkung ist die folgende Übersicht über die Stammzahlverhältnisse bei den einzelnen Holzarten nach den Ertragstafeln zu betrachten.

Stammzahlen je Hektar des sog. Hauptbestandes, in Klammern die des ausscheidenden Nebenbestandes, der im Wege der Durchforstung entnommen werden soll.

	Alter in Jahren				
	40	60	80	100	120
Fichte I. Bonität Preußen	2800 (700)	1250 (230)	770 (80)	550 (40)	473 (12)
Kiefer I. „ „	1770 (335)	924 (150)	578 (59)	427 (29)	348 (15)
Buche I. „ „	2335 (645)	1057 (183)	672 (65)	491 (36)	393 (19)
Eiche I. „ Hessen	1250 (360)	586 (90)	388 (29)	281 (22)	211 (15)
Tanne I. „ Baden	3200 (1600)	1140 (280)	645 (80)	485 (30)	400 (15)
Erle I. „ Preußen	677 (117)	476 (31)	405 (11)	—	—

Die Stammzahlen sind am höchsten bei den Schatthölzern, besonders im jüngeren Alter. Im höheren Alter findet eine gewisse Annäherung statt. Die Stammausscheidung ist überall am stärksten in der Jugend, mit zunehmendem Alter verringert sie sich stark. Der Ausscheidungskampf liegt also der Hauptsache nach in den früheren Lebensabschnitten.

Auch hier besteht eine gesetzmäßige Beziehung zwischen den verschiedenen Ertragsklassen. Die geringeren Ertragsklassen haben immer höhere Stammzahlen als die besseren.

So hat z. B. die Fichte in Preußen nach der Schwappachschen Tafel A (mitteldeutsche Gebirge und Norddeutschland) vom Jahre 1890 folgende Stammzahlen je Hektar:

	Alter in Jahren		
	40	80	120
Ertragsklasse I	2800	770	473
„ II	3370	980	610
„ III	4810	1250	800
„ IV	6760	1620	—
„ V	9800	2000	—

und die Kiefer (Schwappach 1896):

	Alter in Jahren		
	40	80	120
Ertragsklasse I	1770	578	348
.. II	2126	714	406
.. III	2695	883	491
.. IV	3541	1137	610
.. V	4998	1526	—

Ähnlich wie die abnehmende Bodengüte wirkt auch kühleres Klima erhöhend auf die Stammzahl. So fand z. B. Schuberg¹ für verschiedene Höhenlagen in Baden folgende Durchschnittszahlen für das 41.—80. Jahr:

	bis 400 m	bis 800 m	bis 1200 m
Buche	1524	1904	3694
Fichte	1437	1662	2726

Allerdings gilt das nur innerhalb der Zone der geschlossenen Waldbildung. Nach der Baumgrenze zu werden die Bestände dann rasch immer lichter und stammzahlärmer.

Es ist aber hier nochmals zu betonen, daß die ganzen, aus den Ertragstafeln gewonnenen Zahlen nur die Verhältnisse des Wirtschaftswaldes wiedergeben, und daß die hierauf begründeten Gesetze nicht mit denen des unbeeinflussten Naturwaldes bzw. des Urwaldes übereinstimmen, der sich oft grundverschieden von unseren auf großer Fläche gleichaltrig entstehenden und gleichaltrig heraufwachsenden Beständen entwickelt. Selbst da, wo dieser schließlich ein mehr gleichstufiges Bild zeigt, sind die Altersverhältnisse bei näherer Analyse doch meist auch auf kleinster Fläche recht verschieden, und muß auch der ganze Entwicklungsgang einen ganz anderen Verlauf gehabt haben.

Natürlich sind auch die Stammzahlen in nicht oder wenig durchforsteten Wirtschaftswäldern viel höher als in den obigen, den deutschen Ertragstafeln entnommenen Fällen². So zeigen z. B. russische Aufnahmen von Kiefernbeständen³ im Gouvernement Petersburg ganz erheblich viel höhere Stammzahlen, nämlich:

im Alter	20	40	60	80	100	120	
	5060	2800	1300	750	580	490	Stück.

Zusammenfassung. Überblicken wir den Entwicklungsgang unserer deutschen Wirtschaftswaldungen zum Schluß noch einmal im ganzen, so kann man die Grundzüge etwa in folgende Linien zusammenfassen:

In den ersten Entwicklungsstufen hat der Wald besonders unter vielen und schweren Jugendgefahren durch Konkurrenz mit dem Mutterbestand und der ihn hart bedrängenden Bodenflora, aber auch durch klimatische Schäden, besonders Frost und Dürre, schließlich auch durch viele, besonders auf dieses Jugendstadium eingestellte Feinde aus der Pilz- und Insektenwelt zu leiden. Die Natur sucht diesen Gefahren durch eine sonst unerklärliche Verschwendung bei der Fortpflanzung und Verbreitung zu begegnen. Auch in der Wirtschaft muß hierauf durch die Verwendung reichlicher Mengen von Samen und Pflanzen Rücksicht genommen werden, um so mehr, je weniger wir uns bis jetzt gegen jene Gefahren zu sichern vermögen.

¹ Schuberg: Das Gesetz der Stammzahl und die Aufstellung von Waldertagstafeln. Forstwiss. Zbl. 1880, S. 227.

² Es sind aus diesem Grunde hier schon die älteren Tafeln gewählt worden, weil die neueren infolge verschärfter Durchforstungen noch mehr von den natürlichen Verhältnissen abweichende Ergebnisse liefern.

³ Aufnahmen von Graf Vargaçe de Bedemar nach Morosow: Die Lehre vom Walde, S. 215.

Nach diesem ersten Entwicklungsabschnitt setzt dann ein zweiter ein, der gegen äußere Gefahren und Störungen besser gesichert ist. Im Anfang liegt der Schwerpunkt in möglichst raschem Höhenwachstum. Durch die Überfülle der Pflanzen in der ersten Jugend kehrt sich der Kampf ums Dasein jetzt nach innen. Eine starke Ausscheidung von zurückbleibenden Individuen schafft Luft für die Masse der herrschenden und vorherrschenden. Dieser Kampf ist daher notwendig und nützlich und bedroht, von Ausnahmefällen abgesehen (Wuchsstockungen überfüllter Jungwüchse auf ärmeren Böden), niemals die Biozönose im ganzen, sondern fördert sie nur. Nachdem auch zwischen den herrschenden Stämmchen der Schluß eingetreten ist und diese nun auch ihre unteren Äste abzustoßen beginnen, beginnt bei immer noch lebhaftem Längenwachstum nun auch das Dickenwachstum rascher anzusteigen. Die Massenerzeugung steigt schon im früheren oder späteren Stangenholzalder auf ihr Höchstmaß auf der gegebenen Fläche. Alle Vorgänge bei der Produktion sind aufs äußerste angespannt. Für viele Bestände ist gerade dies das kritische Alter, in dem sich bei schlechten Wachstumsbedingungen oft schwere Wuchsstockungen und Erkrankungen zeigen. Später lassen die Spannungen langsam und allmählich nach. Das Höhenwachstum tritt sehr zurück, das Dickenwachstum sinkt zwar auch, aber doch nur sehr langsam. Ökologisch und wirtschaftlich ruht das Schwergewicht jedenfalls auf der Verstärkung des Schaftes. Nach der Sturm- und Drangperiode der Jugend ist der Bestand gewissermaßen in sein ruhiges und gesichertes Mannesalter getreten, in dem er, wenn Störungen von außen ausbleiben, oft durch viele Jahrzehnte bleibt. Ganz allmählich macht sich dann aber im Schlußstand eine neue Bewegungsrichtung geltend. Während anfänglich das Ausscheiden einzelner Stämme meist infolge Unterdrückung durch kräftigere Nachbarn erfolgt und Lücken im oberen Kronendach dabei überhaupt nicht entstehen oder doch bald von den zurückbleibenden Stämmen durch Seitenwachstum der Kronen wieder geschlossen werden, beginnen sich schließlich Alterserscheinungen des Bestandes zu zeigen. Der eine und andere Stamm stirbt auch ohne unterdrückt oder bedrängt zu sein ab. Die Wuchskraft der anderen ist nicht mehr groß genug, um die entstandene Lücke zu schließen, der Bestand verlichtet immer mehr und damit ist nun wieder Platz für den Nachwuchs. Es beginnt die Verjüngung und damit eine neue Generation.

Es ist eine bemerkenswerte Erscheinung, daß sich der Wald bei uns erst dann verjüngen kann und verjüngt, wenn die Bestände Alterserscheinungen zu zeigen beginnen, nicht in der Vollkraft seiner Mannesjahre. Wenigstens liegen die Verhältnisse in unseren Wirtschaftswaldungen so. Wie es im Urwald damit steht, ist noch wenig bekannt und schwer zu sagen.

21. Kapitel. Altern, Krankheit und Tod.

Begriff des Alterns. Die Frage der Alterserscheinungen ist auch in der forstlichen Literatur öfters aufgeworfen und recht verschieden beantwortet worden. Sie ist eine ganz andere für den Bestand als Ganzes wie für den Einzelstamm.

Es ist zunächst überhaupt eine schwierige Frage, was man unter Alterserscheinungen aufzufassen hat. Die Physiologie vermag hierfür keine bestimmte Fassung zu geben. Es ist daher nicht so verwunderlich, wie es zunächst klingt, daß ein berühmter Mediziner einmal auf die Frage, wann der Mensch zu altern anfange, die Antwort gegeben haben soll: Von der Stunde der Geburt an!

Tatsächlich sind es nach Ansicht der Physiologen fortwährende Einwirkungen der Außenwelt und kleine schädigende Wirkungen des Stoff- und Energieumsatzes im Organismus, die vom Augenblick seiner Bildung an auf ihn einwirken, sich allmählich häufen und verstärken und schließlich auch ohne gewaltsame Störungen zum Tode des Individuums führen. Jedenfalls gilt das allgemein für die höheren Organismen mit vielzelligem Körperbau. Wenn man aber mit dem großen Pflanzenphysiologen Sachs allgemein das Gesetz der großen Periode des Lebens gelten läßt, das eine Steigerung der Leistungen bis zu einem gewissen Höhepunkt, dann aber einen mehr oder minder starken Abfall zeigt, so könnte man den Beginn des Alterns noch am ehesten bei der Überschreitung dieses Höhepunktes annehmen. Hier zeigt sich aber, daß die einzelnen Lebenserscheinungen diesen Punkt zu ganz verschiedenen Zeiten erreichen, und daß seine Lage nicht nur vom Alter bestimmt, sondern auch durch die äußeren Umstände stark verschoben wird. So sahen wir, daß das Höhenwachstum bei allen unseren Holzarten schon sehr frühzeitig kulminiert. Für das Dickenwachstum bzw. die Gesamtmassenerzeugung fanden wir dagegen einen erheblich späteren Höhepunkt. Dies gilt aber überhaupt nur für die Bestände des Wirtschaftswaldes im ganzen. Die Einzelbäume verhalten sich hierin vielfach ganz anders. Die unterdrückten und zurückbleibenden Stämme erreichen das Maximum verhältnismäßig früh, die vorherrschenden Stämme aber viel später. Ja, viele Einzelanalysen solcher Stämme haben noch in sehr hohem über 100jährigem Alter keine Abnahme, sondern ein lang andauerndes Gleichbleiben des Dickenwachstums gezeigt. Selbst wenn die Stammscheiben in den unteren Lagen schon eine geringe Abnahme des Kreisflächenzuwachses zeigen, pflegen die oberen noch zuzunehmen. Es zeigt sich also unten am Stamm schon ein Altern, oben noch nicht!

An einigen alten Rieseneichen in Dänemark fand Holten¹ z. B. eine Durchmesserzunahme vom 150.—200. Jahre von 100 cm auf 125 cm, vom 200.—300. Jahre auf 160 cm, vom 300.—400. Jahre auf 190 cm und vom 400.—500. Jahre auf 215 cm. Danach blieb der Flächenzuwachs in dieser ganzen Zeit mit 77—79 qcm jährlich ziemlich konstant². Ähnliche Fälle dürften sich bei Analysen alter Urwaldriesen wohl noch öfter finden, wie das auch einige von mir in bosnischen Urwäldern entnommenen Bohrspäne an ca. 300jährigen Weißtannen bewiesen, bei denen der Zuwachs in den letzten 100 Jahren kein Sinken zeigte! Aber man darf dabei nicht vergessen, daß es sich bei solchen alten Riesenstämmen doch nur um Ausnahmen, um die wenigen besonders wuchskräftigen und lebensfähigen Individuen handelt, die als die einzigen ihrer Generation übriggeblieben sind, und daß der Durchschnitt und die große Masse eben viel rascher altern und dahinsterven. Man kann wohl verstehen, wie R. Weber³ auf Grund seiner Zuwachsuntersuchungen an alten, erlesenen Stämmen zu dem Gesetz kommen konnte, daß nach Überschreitung einer gewissen raschwüchsigeren Jugendstufe der Flächenzuwachs am Einzelstamm konstant bliebe. F. Schwarz⁴ hat neben gewissen Bedenken gegen die Weberschen Berechnungsmethoden auf Grund seiner eigenen Untersuchungen an Kiefern und allgemeiner physiologischer Erwägungen aber wohl mit Recht die Gültigkeit dieses Gesetzes bestritten. Auch die bestwüchsigen Bäume werden einmal nachlassen und altern müssen, wenn dieser Wendepunkt bei ihnen auch vielleicht erst bei mehrhundertjährigem Alter eintritt. Die große Mehrzahl zeigt im Durchschnitt diese Erscheinungen aber schon viel eher und altert früher. Solche

¹ Holten: Alter und Zuwachsuntersuchungen an alten Eichen in holländischen Waldungen. Naturwiss. Z. f. Forst- u. Landw. 1920, S. 261.

² Allerdings sind diese Berechnungen etwas unsicher, da keine ganzen Stammscheiben einzelner Bäume vorlagen, sondern nur kürzere Bohrspäne verschieden alter Stämme miteinander verglichen wurden!

³ Weber, R.: Lehrbuch der Forsteinrichtung mit besonderer Berücksichtigung der Zuwachsgesetze der Waldbäume. 1891. — Untersuchungen über den Flächenzuwachs von Querschnitten verschiedener Nadelholzstämmen. Forstl. naturwiss. Z. 1896, S. 220.

⁴ Schwarz, F.: Dickenwachstum und Holzqualität von *Pinus silv.* 1899. — Altert die Kiefer? Z. f. Forst- u. Jagdwes. 1901, S. 460.

Ausnahmefälle einer weit über das durchschnittliche Maß hinausgehenden Jugendfrische und Leistungsfähigkeit bis in verhältnismäßig hohes Alter zeigen sich eben überall im Reich des Organischen.

Lebensalter der Waldbäume. Zweifellos gehören unsere Bäume in der höheren Pflanzenwelt zu den besonders langlebigen Gewächsen. Aber auch hierin zeigen die einzelnen Arten wieder ein recht verschiedenes Verhalten. Die höchsten Lebensalter an besonders starken Bäumen sind freilich meist nur nach dem Stammumfang geschätzt worden. In wenigen Fällen konnte das Alter auch historisch nachgewiesen oder nach Fällung ausgezählt werden. Eine besondere Zusammenstellung solcher Baumveteranen verdanken wir Kanngießer¹. Die ältesten und stärksten Bäume der Erde stehen wohl in Mexiko und Kalifornien. Im ersteren Lande findet sich noch eine Sumpfyzypresse (*Taxodium distichum*) von 11 m Durchmesser, deren Alter auf 6000 Jahre geschätzt wird. In Kalifornien sind es die wenigen noch erhaltenen Mammutbäume (*Sequoia gigantea*), deren stärkste 3000—4000 Jahre alt sein dürften. Die europäischen Baumarten erreichen solche Alter wohl niemals. Aus der Kanngießerschen Zusammenstellung seien hier die folgenden Zahlen herausgegriffen:

<i>Taxus baccata</i>	11—16 m	Umfang, 2000—3000	Jahre
<i>Juniperus communis</i>	rd. 2 ¹ / ₂ m	„	2000 „
<i>Quercus pedunculata</i>	14—18 m	„	1500—2000 „
<i>Tilia</i>	14—16 m	„	800—1000 „
<i>Ulmus</i>	15—17 m	„	500—800 „
<i>Castanea vesca</i>	9—15 m	„	700—1200 (?) „
<i>Fagus sylvatica</i>	6—8 m	„	600—900 „
<i>Abies pectinata</i>	7—8 m	„	300—400 „
<i>Picea excelsa</i>	4—5 m	„	300—400 „
<i>Pinus silvestris</i>	4—5 m	„	300 „

Hainbuchen, Birken, Pappeln und Erlen werden kaum in mehrhundertjährigem Alter angetroffen. Bei ihnen setzt meist schon sehr frühzeitig Stock- und Kernfäule ein, die sie dann bei nächster Gelegenheit zusammenbrechen läßt, ebenso wie auch alle die alten Riesen der langlebigen Arten schließlich faul und hohl werden, wenn ihr lebenskräftigeres Splintholz auch oft noch jahrhundertlang den Stamm aufrecht hält und ihre Krone noch grün bleibt.

Fäulnis und Zopfrocknis als Alterserscheinungen. Gerade in der von der Wurzel ausgehenden Stockfäule dürfen wir wohl eine besonders häufige Alterserscheinung sehen. Die Wurzel scheint ja ihr Wachstum verhältnismäßig früh einzustellen. Es ist nun eine allgemein zu beobachtende und auch experimentell erhärtete Tatsache, daß Vegetationspunkte, die nicht mehr wachsen, bald zu kränkeln anfangen und absterben. So finden wir denn an sehr alten Bäumen immer auffällig viel faule Wurzeln. Von hier zieht sich die Fäule dann in den Stock und Stamm hinauf und höhlt diesen aus. Hand in Hand mit dieser Wurzelfäule zeigt sich dann an alten Bäumen auch ein Trockenwerden der obersten Äste in der Krone (sog. Zopfrocknis), die langsam nach unten weiterschreitet, wobei merkwürdigerweise oft einzelne Zwischenäste grün bleiben. Das alles dürfen wir als typische Anzeichen der Vergreisung bei unseren Waldbäumen ansehen.

Gewaltsamer und natürlicher Tod. In den meisten Fällen tritt der Tod bei solchen Baumgreisen dann durch gewaltsamen Bruch bei Sturm ein, seltener sterben sie durch langsam weiterschreitende Trocknis eines natürlichen Todes. In jüngerem Alter aber tritt dieser Fall bei unterdrückten Stämmen sehr oft ein, wobei Licht- und Nahrungsmangel zu einer allgemeinen Erschöpfung

¹ Kanngießer: Über Lebensdauer und Dickenwachstum der Waldbäume. Allg. Forst- u. Jagdztg. 1906, S. 181ff. — Zur Lebensdauer der Holzpflanzen. Flora 1909, S. 414.

und zum schließlichen Eingehen führen. Vielfach laufen aber auch dabei noch besondere Erkrankungen und Beschädigungen durch Insekten nebenher, die gerade solch geschwächtes Material besonders gern aufsuchen.

Krankheitserscheinungen. Auch in der Pflanzenwelt muß bei Erkrankungen vielfach, wenn nicht immer, eine gewisse Empfänglichkeit gegeben sein. Wir können hier ebenso wie bei Mensch und Tier eine lokale, eine temporäre und eine individuelle Disposition unterscheiden.

So ist bekannt, daß der Schüttepilz besonders stark in Mulden und Einschnitten mit feuchter, unbewegter Luft auftritt, daß der Hallimasch die jungen Nadelholzpflanzen vorwiegend in der Nähe alter Laubholzstöcke befällt u. a. m. (lokale Disposition).

Die Schütte der Kiefer in Norddeutschland hat aber im Zusammenhang mit der Witterung auch Zeiten, in denen sie heftiger und allgemeiner auftritt, und wieder andere, wo man wenig von ihr spürt. Andere Pilzkrankheiten treten oft ziemlich plötzlich in einzelnen Jahren auf, um dann jahre- und jahrzehntelang wieder zu verschwinden, so z. B. *Cenangium abietis* an den Triebspitzen sonst gesunder kräftiger Kiefern (temporäre Disposition).

Beim Kienzopf (*Peridermium Pini*) stellten Haack und Klebahn die Empfänglichkeit einzelner Stämmchen neben scheinbar völliger Unempfindlichkeit anderer fest (individuelle Disposition).

Es gibt bei unseren Holzarten ebenso Massenerkrankungen, denen kaum eine Pflanze zu widerstehen scheint, die mit dem Infektionsstoff in Berührung kommt, wie die schon mehrfach genannte Pilzschütte (*Lophodermium pinastri*), und auch der seltener auftretende Kiefernadelblasenrost (*Coleosporium Senecionis*), und wieder andere, die immer nureinzeln oder kleinstenartig auftreten, wie z. B. *Agaricus melleus* an jungen Nadelholzpflanzen und der Kienzopf (*Peridermium Pini*). Wir finden also alle Analogien mit menschlichen Krankheiten. Ebenso gibt es typische Jugend- und Alterskrankheiten. Ähnliches wie für die Pilzkrankheiten gilt aber auch für den Insektenbefall und andere Schädigungen.

Es ist nicht zu verkennen, daß für die großen „Kalamitäten im Walde“, wie wir sie gerade in der letzten Zeit wieder in dem riesigen Forleulenfraß 1924—1927 in Norddeutschland in erschreckendem Maße gehabt haben, der gleichaltrige und reine Bestand eine besonders geeignete Verbreitungsmöglichkeit darstellt. Es ist daher in der Neuzeit der Gedanke immer dringlicher geworden, durch Schaffung ungleichartiger Verhältnisse (Mischbestände, Ungleichaltrigkeit, Kleinflächenwirtschaft) die Massenerkrankungen unserer Waldbestände durch eine Art „Waldhygiene“ zu bekämpfen. Diese an sich richtigen Wünsche finden aber ihre Beschränkung an wirtschaftlichen Forderungen und waldbaulich-technischen Möglichkeiten, worüber im II. Teil näher zu sprechen sein wird.

Im übrigen ist es unrichtig und eine Übertreibung, daß erst die menschliche Wirtschaft derartige Kalamitäten geschaffen habe. Einzelne uns überkommene Nachrichten aus früherer Zeit, bis ins 15. und 16. Jahrhundert hinein, bezeugen, daß es solche auch früher gegeben hat¹. Und auch dem Urwald sind solche Katastrophen größten Umfanges nicht fremd². Sie scheinen bis zu einem gewissen Grade naturnotwendig und unabwendbar zu sein.

¹ Vgl. Dengler: Die Hauptfragen einer neuzeitlichen Ausgestaltung unserer Kiefernwirtschaft. Z. f. Forst- u. Jagdwes. 1928, S. 65ff.

² Schenck: Der Waldbau des Urwaldes. Allg. Forst- u. Jagdztg. 1924, S. 377ff.

Im Urwald, der sich selbst überlassen bleibt, wird aber die alte Lebensgemeinschaft nach ihrer Zerstörung, oft auf einem Umweg über andere Formen, immer wieder aufgebaut. Das ist selbstverständlich kein Grund für uns, zuzusehen und die Hände in den Schoß zu legen. Wir haben keine Zeit, zu warten, bis der Wald sich unendlich langsam wieder von selbst bildet. Wir haben alle Veranlassung, derartige schwere Störungen möglichst zu beschränken und gegen sie alle Mittel der Hygiene wie der unmittelbaren Bekämpfung einzusetzen, soweit dies wirtschaftlich und möglich erscheint. Wir haben aber auch keinen Grund, angesichts solcher Katastrophen an der Zukunft und am Bestand unseres Waldes zu verzweifeln. Wo die klimatischen Bedingungen für ihn einmal gegeben sind, würde er sich so oder so immer wieder durchsetzen. „Auf Massentod folgt Massenauferstehung“¹, ebenso wie im natürlichen und ungestörten Entwicklungsgang auf Altern naturnotwendig die Verjüngung folgt und damit den Kreislauf des Lebens im Walde zu einer Kette ohne Ende zusammenschließt.

¹ Schenck: a. a. O.

Zweiter Teil.

Technik des Waldbaus.

Einleitung. Ziel und Wesen des Waldbaus. Literatur.

Ziel und Wesen des Waldbaus. Unter Waldbau verstehen wir einen Zweig der forstlichen Wirtschaftstätigkeit, die als solche das Ziel hat, die menschlichen Bedürfnisse an den Erzeugnissen des Waldes in planmäßiger Weise zu befriedigen. Hierbei fällt dem Waldbau die Rolle zu, die Erzeugung so zu leiten, daß die gegebenen Produktionselemente aufs beste ausgenützt werden. Vom wirtschaftlichen Standpunkt bleibt dabei zu beachten, daß alle Aufwendungen hierbei auch in einem angemessenen Verhältnis zum erreichten Nutzen stehen müssen. Was angemessen ist, wird von allgemeinen volkswirtschaftlichen Gesichtspunkten zu entscheiden sein.

Das Ziel für den Waldbau ist also nicht nur, wie man oft lesen und hören kann, möglichst hohe und hochwertige, sondern auch möglichst wirtschaftliche Produktion. Diese Nebenbedingung kann u. U. das Ziel möglichst hoher und hochwertiger Produktion erheblich abändern und einschränken!

Die Erzeugnisse, um die es sich im Walde handelt, sind in der Hauptsache Holz für Feuerung, Hausbau, Möbel und sonstige gewerbliche und industrielle Zwecke (Hauptnutzung des Waldes), daneben aber noch eine Reihe von anderen Stoffen, wie Rinde zur Gerberei, Harz für die Industrie, Baum- und Erdmast für Schweine, Gras für Viehweide, Streu für die Ställe, Beeren, Pilze u. a. m. (die sog. Waldnebennutzungen). Diese Nebennutzungen haben auch bei uns Jahrhunderte hindurch manchmal eine viel größere Bedeutung gehabt als die Holznutzung selbst. In reichbewaldeten und dünnbesiedelten Ländern mit extensiver Wirtschaft liegen die Verhältnisse oft heute noch so. Bei uns hat aber der steigende Bedarf an Holz bei verkleinerter Waldfläche und die starke Zunahme der Bevölkerung schon längst die Bedeutung der Hauptnutzung so in den Vordergrund gerückt, daß die anderen Nutzungen daneben ganz zurücktreten und mehr und mehr aus dem Walde verschwinden, zumal sie sich meist mit der Holzerzeugung schlecht vertragen.

Wenn man gelegentlich in der forstlichen Literatur lesen kann, unser Ziel sei, Holz zu produzieren und nicht Geld, so ist das nur eine schiefe Auffassung. Insoweit Geld ein zutreffender Wertmesser ist, ist natürlich auch der Geldertrag bzw. der Reinertrag, den die Wirtschaft bringt, ein guter Ausdruck für die Höhe der wirtschaftlichen Leistung.

Eine Besonderheit der Forstwirtschaft tritt aber auch im Waldbau hervor. Das ist die Wirkung aller ihrer Maßregeln auf lange Sicht hin. Was wir heute säen, das ernten meist erst unsere Nachkommen in dritter Generation. Wir wissen nicht, was für Erzeugnisse die Volkswirtschaft dann vom Walde ver-

langen wird. Wir stehen hier leider vor einem großen und unvermeidlichen „Ignorabimus“! Irgendeine Entdeckung oder Erfindung kann die bisherigen Wirtschaftsziele vollständig umwerfen. So hat die Umstellung der Landwirtschaft und Viehzucht vom extensiven zum intensiven Betrieb (künstliche Düngung, Stallfütterung) den Wert der Nebennutzungen, Streu und Weide, die im Mittelalter oft die Haupteinnahmen aus dem Walde brachten, fast ganz aufgehoben. So ist nach der Entdeckung der Kohle das Ziel von der Brennholzwirtschaft ganz auf die Nutzholzerzeugung übergegangen. Während aber früher nur starkes Nutzholz einen großen Markt mit hohem Absatz hatte, ist seit Jahrzehnten durch den steigenden Gruben- und den Papierholzbedarf nun auch der Wert der schwächeren Hölzer sehr stark heraufgegangen. In Zukunft kann jede Erfindung der chemischen Industrie (wie etwa Gewinnung von Zucker oder anderer wichtiger Umwandlungsprodukte des Holzes) und jede Änderung in der Bautechnik, wie sie sich z. T. schon andeuten (Eisenbetonbauten, eiserne Bahnschwellen, Stahlwaggons, Stahlmöbel), wieder eine Verschiebung verursachen. Das bringt unabwendbar eine gewisse Unsicherheit mit sich. Da wir die Entwicklungsmöglichkeiten hier auch nicht annähernd zu überschauen vermögen, so bleibt uns nur die Wahl zwischen einer Zielsetzung auf Grund der gegenwärtigen Verhältnisse oder ein Kompromiß, gewissermaßen eine Versicherung auf alle Fälle, indem wir jede einseitige Einstellung der Produktion auf einzelne Holzarten und bestimmte Sortimenten möglichst vermeiden. Übrigens schaffen Klima und Boden hier meist eine gewisse Gebundenheit, über die wir oft nicht hinauskönnen.

Die Länge der Produktionszeit bedingt für die Forstwirtschaft auch eine richtige Einteilung der Nutzungen über diese Zeit hin und die Sorge für Erhaltung der gleichen Nutzungsmöglichkeiten noch über sie hinaus, d. h. sie muß die Forderung der Nachhaltigkeit erfüllen. Hierzu gehört nicht nur, daß der Vorrat immer wieder ergänzt wird und entsprechende Holzbestände nachgezogen werden, sondern auch, daß der Boden in seiner Produktionskraft erhalten bleibt oder sogar gefördert wird!

Aber so selbstverständlich diese Forderung scheint, und so berechtigt sie auch im allgemeinen sein mag, so ist sie letzten Endes auch nur bedingt. Man kann sich durchaus den Fall denken, daß eine Bewirtschaftungsart die höchste Produktionskraft des Bodens herabsetzt und trotzdem die richtige sein kann, weil sie ein wirtschaftlich wertvolleres Produkt erzeugt. Die Voraussetzung hierbei ist freilich, daß der Rückgang der Produktionskraft nicht immer weitergreift, oder daß man imstande ist, einen derartigen weiteren Rückgang durch künstliche Gegenmittel sicher abzubremsen. Es darf nicht verkannt werden, daß wir uns damit bei dem heutigen Stand unserer Kenntnisse noch auf ein höchst unsicheres und gefährliches Gebiet begeben.

Es spielt hier auch die oft in der forstlichen Literatur aufgeworfene Frage hinein, inwieweit wir in der Wirtschaft der Natur zu folgen haben oder nicht.

Wie weit wir vom Wege der Natur abweichen dürfen, ohne uns selbst zu schädigen, das ist die große Frage, aber auch die große Kunst des Waldbaus! Die Landwirtschaft hat uns gezeigt, daß man damit unter Umständen sehr weit, ja bis zur völligen Unnatur gehen kann. Der Ackerboden wird alljährlich um und um gedreht und einseitig bald mit diesem, bald mit jenem Gewächs bebaut. Die Wiese wird gemäht, ehe die Gräser zur Reife und damit zu ihrer natürlichen Fortpflanzung gelangen. Und je öfter gemäht wird, desto besser wird die Bestockung! Im Walde liegen die Grenzen sicherlich viel enger. Aber auch hier wäre es grundsätzlich falsch, nur der Natur nachlaufen zu wollen, wie das aus vielen Äußerungen der forstlichen Literatur

herausklingt. Auch hier ist das Ziel vielmehr, die Natur zu lenken, sie meistern zu lernen, selbst wenn wir heute noch weit davon entfernt sein mögen. Es hieße in einem Zeitalter der Technik, die mehr und mehr in der Beherrschung der Natur fortschreitet, allein zurückbleiben, wenn wir daran zweifeln oder gar verzweifeln würden. „Vieles Gewaltige lebt, doch nichts ist gewaltiger als der Mensch!“ (Sophokles, Antigone.)

Das besondere Wirtschaftsziel wird dem Waldbau im allgemeinen durch die Wirtschaftspläne gegeben, die die Forsteinrichtung aufzustellen pflegt. Über deren Stellung zum Waldbau bestehen starke Gegensätze der Anschauungen. Man hat vielfach über Knebelung des Waldbaues durch die Forsteinrichtung geklagt. H. Mayr¹ stellte demgegenüber die Forderung auf, daß sie „Dienerin des Waldbaues“ zu sein habe, eine Auffassung, die auch heute noch von vielen Seiten vertreten wird. Beides ist unrichtig. Um Herrschen oder Dienen des einen oder andern darf es sich überhaupt nicht handeln. Beide haben sich vielmehr dem allgemeinen Wirtschaftsziel unterzuordnen. Das kann nur im verständnisvollen Zusammenwirken geschehen. Das Ziel ist hauptsächlich nach ökonomischer Richtung hin von der Forsteinrichtung, nach der produktionstechnischen aber vom Waldbau zu begründen und danach zusammen zu vereinbaren. Ist es einmal festgestellt, so ist es vom Waldbau auszuführen und seine Ausführung durch die Forsteinrichtung dauernd nachzuprüfen.

Unerläßlich scheint hier auf die Dauer auch die Feststellung des Erfolges der bisherigen Wirtschaft durch vergleichende Vorrats- und Zuwachsermittlungen nicht nur für den Wald im ganzen, sondern auch für einzelne typische und nach bestimmten Verfahren behandelte Bestände oder Bestandteile. Nur dann werden wir zu sicheren Erfahrungen über Wert und Unwert unserer Wirtschaftsverfahren im ganzen wie im einzelnen kommen!

Ergeben sich nach der einen oder andern Seite hin offenbare Nachteile, so haben Waldbau und Forsteinrichtung beide das Recht und die Pflicht, eine Änderung zu verlangen. Eine richtige Stellung des Waldbaues im ganzen Wirtschaftssystem verlangt aber auch eine Berücksichtigung aller Forderungen, die vom Forstschutz und von der Forstbenutzung, insbesondere der Holzverwertung, aufgestellt werden. Jeder Bestand muß so behandelt werden, daß er auch den Ansprüchen nach diesen Richtungen hin möglichst gerecht wird. Hieran fehlt es z. Z. noch oft. Das Ziel darf nicht nur sein, einen möglichst massen- und Zuwachsreichen Bestand zu erziehen, sondern dieser muß auch gegen Gefahren gesichert sein oder gesichert werden, es muß auch seine Verwertungsmöglichkeit, ob als grobes Bauholz oder feine Schneideware, von vornherein ins Auge gefaßt und daraufhin die ganze Behandlung von Jugend auf eingestellt werden. Hier wäre neben dem allgemeinen Wirtschaftsplan noch ein besonderes Wirtschaftsziel für jeden Einzelbestand aufzustellen und die Wege zu seiner Erreichung in besonderen Wirtschaftsregeln vorzuschreiben.

Die Praxis empfindet solche Vorschriften zwar oft als drückend und sieht in ihr eine Beeinträchtigung der persönlichen Wirksamkeit. Man hat sogar neuerdings² behaupten wollen, daß nur bei voller Freiheit des Wirtschafters unter alleiniger Bindung an einen jährlichen Abnutzungssatz ein Aufschwung und ein neues Zeitalter für den Wald möglich sein würde. Aber das sind Utopien, die nicht mit der Wirklichkeit, nicht mit dem häufigen Wechsel des Wirtschafters, seinen menschlichen Schwächen und Fehlern rechnen, und die auch beim jungen Anfänger eine wirtschaftliche Erfahrung voraussetzen, die er sich erst mit der Zeit erwerben kann.

Wirtschaftsregeln sind natürlich nach Standort und Bestandestypen verschieden zu fassen und nur insoweit bindend zu gestalten, als langjährige und sichere Erfahrungen vorliegen. Sie werden auch abänderungsfähig und abände-

¹ In seinen Vorlesungen.

² Hausendorff: Deutsche Waldwirtschaft. Ein Rückblick und Ausblick. Berlin 1927.

rungsbedürftig sein und bleiben. Aber sie werden einem willkürlichen Herumprobieren im Walde beim Wechsel der Wirtschaftler und groben Mißgriffen vorbeugen, die sonst bei jungen Anfängern in der Praxis unvermeidlich sind.

In den süddeutschen Ländern, besonders in Bayern, bestehen solche Wirtschaftsregeln für bestimmte Wuchsgebiete schon lange. Aber auch in andern Staaten sind sie bereits eingeführt. In Norddeutschland fehlt es daran noch vollständig, oder sie beschränken sich nur auf die allgemeinen Richtlinien, die in den Einrichtungswerken aufgestellt werden, von denen aber in der Praxis oft weitgehend abgewichen wird, weil keine strenge Bindung und Prüfung der Durchführung stattfindet.

Der Waldbau als Wissenschaft und Lehre kann wohl die Grundlagen für die richtige Erkenntnis der Zusammenhänge geben, er kann auch unter Benutzung der vorliegenden Erfahrungen gewisse allgemeine Regeln aufstellen, aber die richtige Anwendung im Walde erfordert bei aller persönlichen Befähigung doch meist noch ein Anlernen und Anleiten dazu. Es gibt freilich auch hier Meister, die vom Himmel fallen, aber die Regel sind Lehrlinge, die sich erst langsam dazu ausbilden und dazu ausgebildet werden müssen!

Der Waldbau ist freilich kein bloßes Handwerk mehr. Er ist Kunst, und zwar, wie sein Name ursprünglich wohl ganz unbeabsichtigt sagt, eine Baukunst. Waldbau ist nicht allein Waldanbau, Holzzucht, wie man früher sagte, er ist Waldaufbau geworden. Aus der Art und Weise, wie wir die Bausteine aneinander- und übereinandersetzen, aus Grundriß und Aufriß des großen Waldgebäudes und seiner Einzelteile, der Bestände, bestimmen sich zum großen Teil und grundlegend die Verhältnisse der Produktion, des Forstschutzes und der Holzverwertung. Diese Baukunst findet ihre Vollendung und Krönung in den verschiedenen Wirtschaftsformen, die wir mit dem Namen Betriebsformen bezeichnen, die aber nach unserer Auffassung richtiger Aufbauformen zu nennen wären.

Diesen werden wir uns erst ganz zuletzt zuwenden. Zuvor haben wir das Baumaterial, die Bausteine, kennenzulernen, aus denen sich das Gebäude zusammensetzen soll (Bestände und Bestandarten), und die Art und Weise, wie dieses Material entsteht und geformt wird (Bestandesbegründung und Bestandeserziehung).

Literatur. Die Entwicklung der Lehre vom Waldbau hat sich etwa vom Ende des 18. Jahrhunderts an langsam vollzogen. Sie ist aus der unten angefügten Übersicht über die hauptsächlichste Literatur zu ersehen. Aus ihr sollen hier nur einige der führenden Werke herausgegriffen und in ihrer Eigenart und Bedeutung kurz skizziert werden.

Grundlegend war die 1791 erschienene „Anweisung zur Holzzucht für Förster und die es werden wollen“, von Georg Ludwig Hartig, damaligem württembergischen Oberforststrat und späteren Chef der Preußischen Staatsforstverwaltung. Hier wurden die bisherigen Kenntnisse über die forstlich wichtigen Eigenschaften der einzelnen Holzarten und die praktischen Erfahrungen bei der Verjüngung und Behandlung der verschiedenen Bestände zum erstenmal systematisch zusammengefaßt und ein rechtes und echtes, wenn auch noch recht einfaches Lehrgebäude des Waldbaus aufgerichtet. Hartigs eigene Erfahrungen lagen besonders in der Buchenwirtschaft des Westens. Man hat ihm den Vorwurf gemacht, daß er diese Verhältnisse ohne weiteres auch auf die anderen Holzarten übertragen, überhaupt zu sehr „generalisiert“ habe. Dieser Vorwurf ist zwar teilweise begründet, aber die allgemeine Anschauung darüber geht doch vielfach zu weit. Die berühmten und oft angeführten 8, später 10 Generalregeln beziehen sich nur auf so allgemeine und grundlegende Verhältnisse, daß bei ihnen von einem fehlerhaften Generali-

sieren wirklich nicht gesprochen werden kann. Bezeichnend für Hartigs Anschauungen war u. a. seine Stellung zur Frage des Bestandsschlusses. Hier warnt er eindringlich vor einer Durchbrechung des Schlußstandes vor Beginn der Verjüngung und empfiehlt auch bei dieser selbst zunächst eine recht dunkle Schirmstellung. Die Durchforstung sollte nur Totes und Unterdrücktes entnehmen. Dies hat ihm und seinen Schülern bei den Gegnern später den Spottnamen der „Dunkelmänner“ eingetragen. Besonders schwerwiegend und nachteilig war jedenfalls sein Eintreten für die Zusammenlegung großer gleichaltriger und reiner Bestände. Viele unserer heutigen, oft in mehreren Jagen bzw. Distrikten nebeneinander liegenden Altholzgroßflächen sind unter dem Einfluß dieser Hartigschen Anschauung entstanden. Sein Lehrbuch hatte jedenfalls s. Z. einen glänzenden Erfolg. Es erlebte 9 Auflagen. In erweiterter Form gab er später (1818) noch ein „Lehrbuch für Förster“ heraus, dessen letzte Auflagen schon von seinem Sohn Theodor Hartig, Forstrat und Professor in Braunschweig, stammen. Sie enthielten in einem besonderen Band bereits Klimalehre, Bodenkunde und Botanik als Grundlage des eigentlichen Waldbaus.

Das zweite bedeutende Waldbaulehrbuch, das erst im Jahre 1860 nach des Verfassers Tode herausgegeben wurde, war „Die deutsche Holzzucht“ von Wilhelm Pfeil, dem ersten Direktor der Forstakademie Eberswalde. Wenn Hartig zum Generalisieren neigte, so umgekehrt Pfeil zum Spezialisieren. Er hob zuerst scharf die Verschiedenheiten des Standorts hervor und betonte, daß sie es verbieten, allgemeine Regeln zu geben, daß man diese vielmehr für jeden Standort und jede Holzart besonders fassen müsse. Das ganze Werk ist auch so angelegt, daß es das Verhalten der einzelnen Holzarten und die Wirkung der einzelnen Wirtschaftsmaßnahmen nach den verschiedenen Standorten darstellt. Pfeil war nach dieser Richtung ein ganz hervorragend scharfer und guter Beobachter, und vieles, was er s. Z. schon über die Verjüngungsfähigkeit der Kiefer auf den einzelnen Bodenarten und in einzelnen Gegenden Norddeutschlands festgestellt hat, was dann aber wieder in Vergessenheit geraten war, ist heute wieder hervorgeholt und bestätigt worden. Er kann sogar als der eigentliche Schöpfer des Gedankens vom „eisernen Gesetz des Örtlichen“ betrachtet werden, das Wiedemann neuerdings so scharf hervorgehoben hat¹. Die Abneigung Pfeils gegen „Generalregeln“, wie die von G. L. Hartig, zu dem er sich überhaupt in einen bewußt scharfen und persönlichen Gegensatz stellte, ging so weit, daß wir in seinem Lehrbuch fast überhaupt keine allgemeinen Lehrsätze finden. Das ist natürlich auch übertrieben und tut dem Lehrzweck entschieden Abbruch, der doch gerade darauf gerichtet sein muß, dem Lernenden zuerst die allgemeinen Beziehungen zwischen Ursache und Wirkung, wie sie überall bestehen, vor Augen zu führen, um die Verschiedenheiten des Örtlichen dann erst als Sonderfälle richtig erkennen und beurteilen zu lernen. Besonders bekannt geworden ist Pfeils Ausspruch: Fraget die Bäume, wie sie wachsen! Sie werden Euch besser belehren als Bücher dies tun! Man hat zu Unrecht darin vielfach eine Geringschätzung der Wissenschaft durch Pfeil gesehen. Der Ausspruch war bei seiner scharfen und kritischen Einstellung nur eine verständliche Reaktion auf den damaligen Tiefstand der forstlichen Literatur und die noch mangelhafte Erkenntnis der verwickelten Lebens- und Wachstumsvorgänge im Walde. Pfeils eigene und sogar sehr reiche literarische Tätigkeit würde bei anderer Auffassung sein eigenes Wort Lügen strafen! Sein Wirken und Lehren auf Grund einer fast 60jährigen Tätigkeit hat jedenfalls der Forstwirtschaft Norddeutschlands eine Fülle von An-

¹ Wiedemann: Die praktischen Erfolge des Kieferndauerwaldes, S. 166. 1925.

regungen geschenkt. Er hat den leichtfertigen Hypothesen und Dogmen, wie sie sich von jeher und auch heute noch gerade in der forstlichen Literatur finden und allzu leicht Anhang gewinnen, jene fruchtbare Kritik gegenübergestellt, die zur Nachprüfung zwingt, und auf diesem Wege ebensooft und ebensogut zur richtigen Erkenntnis und zur Wahrheit führt, wie die Aufstellung neuer Gedanken.

Das dritte der älteren Hauptwerke, das nun auch zuerst den Namen „Waldbau“ trägt, ist das von Heinrich Cotta, dem ersten Direktor der sächsischen Forstakademie Tharandt. Das Erscheinen der ersten Auflage (1816) liegt zeitlich sogar lange vor dem von Pfeil. Es wird hier nur deswegen später erwähnt, weil es in seiner ganzen Einstellung gewissermaßen die glückliche und richtige Mittelstellung zwischen der Generalisierungsrichtung von G. L. Hartig und der Spezialisierung bei Pfeil einnimmt. Es beginnt mit dem berühmt gewordenen Wort: „Wenn die Menschen Deutschland verließen, so würde dieses nach 100 Jahren ganz mit Holz bewachsen sein“, ein Gedanke, den auch das vorliegende Buch zum Ausgangspunkt für die Stellung des Waldes in der Natur genommen hat (vgl. Teil I). Den Begriff des Waldbaus faßt Cotta aber enger, als wir dies hier tun wollen, nämlich in Anlehnung an den Feldbau nur als Anbau des Waldes, trotzdem die Erkenntnis von der Wichtigkeit des Aufbaus auch bei ihm schon überall durchdringt. Eine wie bescheidene Stellung der Waldbau damals noch einnahm, zeigt der Schluß seines Vorwortes: „Die Lehre vom Waldbau, die hier vorgetragen wird, hat nur einen geringen Rang in der Forstwissenschaft; ihrer Wichtigkeit nach gebührte ihr aber die erste Stelle, und sie verdient daher vorzüglich ausgebildet zu werden.“ Auch sonst enthält dieses Vorwort noch eine Menge klarer und origineller Gedanken, besonders über das Verhältnis von Erfahrung und Wissenschaft, damals richtiger Pseudowissenschaft.

Cotta behandelt den ganzen Waldbau in zwei großen Abschnitten: 1. Die Holzzucht, worunter er die natürliche Verjüngung versteht, und wobei er auch schon die verschiedenen Betriebsformen behandelt, und 2. den Holzanbau, d. h. die künstliche Verjüngung. Trotzdem heute eine andere Hauptenteilung gebräuchlich ist, stimmt die feinere Gliederung und Behandlung des Stoffes schon weitgehend mit neueren Werken überein. Eine große Anzahl von Einzelbegriffen ist von ihm überhaupt zum erstenmal klar herausgearbeitet worden. In dieser Beziehung verdankt ihm die Lehre vom Waldbau viel, ebenso wie sie ja ihren Namen von ihm erhalten hat. Cotta erkannte auch schon richtig die Notwendigkeit und den Wert erzieherischer Eingriffe in den Bestandesschluß, und wenn er im Maß dieser Eingriffe auch noch weit hinter dem zurückbleibt, was heute in der Durchforstung gebräuchlich ist, so trug ihm und seiner Schule diese Stellungnahme doch schon den Namen der „Lichtfreunde“ im Gegensatz zu den Hartigschen „Dunkelmännern“ ein.

Im Jahre 1854 erschien von Carl Heyer, Professor der Forstwissenschaft in Gießen und ehemaligem hessischen Forstmeister, in zwei Bänden „Der Waldbau oder die Forstproduktenzucht“, ein Werk, das durch sorgfältige Sichtung und Zusammenstellung der zerstreuten Zeitschriftenliteratur und auch durch die gleichmäßig klare und objektive Behandlung des Stoffes auch heute noch seinen Wert als Lern- und Nachschlagebuch besitzt. Die späteren Auflagen sind von seinem Nachfolger, Professor Heß, herausgegeben. Eine originelle Stellungnahme oder neue befruchtende Gedanken finden sich aber weder in der ganzen Anlage noch in der Ausführung im einzelnen.

Ähnliches gilt auch von dem trefflich geschriebenen Abschnitt „Waldbau“ von Tuisko Lorey in dessen Handbuch der Forstwissenschaft

(1888), an dessen Fassung und Gedankengang auch die späteren Bearbeiter der neueren Auflagen dieses Werkes nichts ändern wollten und konnten. (Neueste 4. Auflage 1925 u. 26).

Unter dem eigenartigen Titel „Säen und Pflanzen nach forstlicher Praxis. Ein Handbuch der Holzerziehung“, erschien dann 1854 ein waldbauliches Werk von größerem Umfang von dem hannöverschen Forstdirektor Heinrich Burckhardt. Unter dem anspruchslosen Titel verbirgt sich aber viel mehr, als man danach vermuten könnte. Es ist zwar kein Lehrbuch des Waldbaus im eigentlichen Sinne und will es auch nicht sein. Es gibt aber in ganz vortrefflichen und aus reicher Erfahrung geschöpften Einzelabhandlungen eine bis dahin noch nicht erreichte vollständige Darstellung der verschiedenen Wald- und Wirtschaftsformen des hannöverschen Berg- und Flachlandes mit allen standörtlichen Feinheiten. Die Vorzüge und Nachteile der einzelnen Verfahren werden in ihrer standörtlichen Bedingtheit dargestellt. Mit Recht wird daher auch dieses ältere Werk zu den Hauptwerken unserer Waldbauliteratur gezählt und heute noch oft angeführt.

Ganz neue und eigenartige Gedanken brachte dann aber der im Jahre 1878 erschienene und in der ganzen Welt bekannt und berühmt gewordene „Waldbau“ von Karl Gayer, dem Inhaber des waldbaulichen Lehrstuhles in München. Gayer vertrat hier — und damals aus ganz besonderem Anlaß — den Standpunkt, daß der Waldbau seine Hauptaufgabe in der Pflege der Standortstätigkeit als der wichtigsten und zugleich gefährdetsten Quelle der Produktion zu suchen habe. Er warnte vor der Einseitigkeit, mit der man im Walde in erster Linie den augenblicklichen Erträgen und ihrer Größe nachginge, ohne auf die Rückwirkung aller Maßregeln auf den Bodenzustand zu achten. Er wies eindringlich auf die Gefahren hin, die mit der Abkehr von der Mischwaldbestockung verbunden sind. Es mangle vielfach noch an Mut, diese Gefahren als solche zu sehen und sich an die „lautere Quelle der Natur zurückzugeben, die uns allein auf die von uns einzuschlagenden untrüglichen Wege verweist“. Diese im Vorwort ausgesprochenen Gedanken ziehen sich wie ein roter Faden durch das ganze Buch. Man muß sich hierzu vergegenwärtigen, daß die damalige Zeit eine Zeit der einseitigen Überschätzung des Reinbestandes wegen seiner leichteren Bewirtschaftung, größeren Übersichtlichkeit und besseren Einpassung in die taxatorischen Anschläge war (Ertragstafelwald), obwohl der Mischbestand gerade in Süddeutschland fast überall von Natur gewesen und gegeben war. Ebenso war man durch allzu einseitige „Anwendung des Rechenstiftes“ in eine Vorliebe für die Fichte gegenüber dem Laubholz, besonders der damals noch schlecht zu verwertenden Buche, verfallen, die man mit Recht später als „Fichtomanie“ gebrandmarkt hat. Gegenüber allen diesen Einseitigkeiten und Auswüchsen bedeutete die Auffassung Gayers eine rechtzeitige und nachdrückliche Warnung und Umkehr. Dabei hat Gayer selbst auch hierin überall Maß gehalten und sich keinerlei Übertreibungen hingegeben.

Er leugnet z. B. nicht, daß es Standorte gibt, in denen der Reinbestand ungefährlich und naturgegeben ist, er verwirft auch den Kahlschlag nicht grundsätzlich, sondern nur da, wo es auch ohne ihn geht. Obwohl ein begeisterter Anhänger der Naturverjüngung, sagt er doch selbst: „Aber es wäre ein strafbarer Sprung von einem Extrem zum anderen, wenn man, wie bisher der künstlichen, nun der natürlichen Verjüngung allein und für alle Fälle das Wort reden wollte. Es gibt und wird immer zahlreiche Bestands- und Standortsvorkommnisse geben, für welche vorzugsweise die künstliche, andere, für welche die natürliche Bestandsgründung die gerechte Verjüngungsmethode ist; für die Mehrzahl der Fälle (sc. vom süddeutschen Standpunkt!) aber ist es die Verbindung beider Methoden!“

Ganz unzweifelhaft ist es Gayers hohes und dauerndes Verdienst, daß er der damaligen Einseitigkeit in waldbaulichen Fragen entgegengetreten ist und sie nachdrücklich und wirksam bekämpft hat. Seine Lehren nach dieser Beziehung haben zwar langsam, aber sicher überall Schule gemacht.

Die Begründung seiner Lehre war ganz auf die Erfahrungen der Praxis gestützt. Die Heranziehung experimenteller Ergebnisse oder die Anstellung eigener vergleichender Versuche lag ihm noch völlig fern. Wir finden in seinem Buch nichts von Zahlen, Schaulinien und Formeln. Alles ist nur aus der eigenen, allerdings hervorragend scharfen und fein abwägenden Beobachtung entwickelt.

So großzügig die Leitgedanken seines Lehrbuches sind, so merkwürdig zersplittert und ermüdend — das muß hier bei allen hohen Verdiensten dieses großen Mannes doch ausgesprochen werden — ist die formelle Behandlung des Stoffes im einzelnen. Sie erörtert und zählt alle nur denkbaren Einzelfälle auf, z. B. werden bei den reinen Bestandesarten jedesmal die gleichaltrige Hochwaldform, Überhaltform, Femelschlagform, echte Plenterform besprochen, und das wiederholt sich dann bei allen einzelnen Holzarten über fast 50 Seiten weg. Ähnlich werden bei den Mischungen nicht weniger wie 31 Formen besonders behandelt. Zahlreiche Wiederholungen sind dabei unvermeidlich. Es ist merkwürdig, daß hier s. Z. die Kritik nicht eingesetzt und Gayer zu einer Kürzung und besseren Zusammenziehung des Gemeinschaftlichen veranlaßt hat. Es wäre für den Erfolg des Buches, nicht nur gedruckt, sondern auch voll und ganz gelesen zu werden, sicher von Vorteil gewesen. Erfolg hat es wegen seiner großen Grundgedanken reichlich und verdienstermaßen gehabt. Es hat nicht nur vier Auflagen erlebt, sondern ist auch in die verschiedensten Sprachen der Welt übersetzt worden. Das Ansehen der deutschen Forstwissenschaft im Ausland ist sicher ganz wesentlich dadurch mitbegründet worden.

Von ganz anderem Schnitt war die im Jahre 1885 erschienene „Holzzucht“ von Bernard Borggreve, Professor und Akademiedirektor in Hannöversch-Münden. Ein geistvoller Mann von höchster Originalität der Gedanken, eine kampffrohe und kampffbedürftige Natur durch und durch setzt sich hier mit den gegnerischen Anschauungen auseinander. Borggreve selbst bezeichnet es im Vorwort nicht als seine Absicht, ein möglichst vollständiges Lehrbuch zu schreiben und „alles, was irgendwo vorgeschlagen und behauptet ist, ausführlich und bis ins Detail hinein“ zu erörtern. Das möge vielleicht seine Berechtigung haben, wenn man „für Autodidakten“ schreibe! Das aber wolle er nicht. Sein Buch solle im Gebiet des allgemein Anerkannten und nicht Umstrittenen nur ein Grundriß sein. Dagegen sollte es da, wo die Anschauungen auseinandergehen, oder wo nach seiner Ansicht Reform derselben dringend notwendig sei, sich eingehend und eindringend mit allem Für und Wider auseinandersetzen und „den in der Wirtschaft stehenden Fachgenossen einen sicheren Leitfaden durch das Chaos der Meinungen oder ‚Ansichten‘, einen wissenschaftlichen Grundton in dem Geklingel der sich widersprechenden Schlagwörter der Mode des Tages bieten“. Diese kleine Probe aus dem Vorwort klingt wie ein Trompetenstoß zu geistigem Turnier. Und das ist es denn auch reichlich geworden! Trotzdem aber enthält das Buch doch viel mehr als etwa nur einseitige Polemik. Und selbst da, wo es rein polemisch ist, blitzen überall neue und tiefe Gedanken auf. Man kann von ihm in Abwandlung des bekannten Goethewortes wohl sagen: „Und wo er's packt, da ist's interessant!“ Borggreves „Holzzucht“, besonders die sehr viel umfangreichere zweite Auflage (1891), gibt auch zum ersten Male dem Waldbau eine allgemeine pflanzenphysiologische und pflanzengeographische Grundlage, und viele seiner dortigen Begründungen haben dauernd ihre Berechtigung behalten. Auf die einzelnen reformatorischen Gedanken Borggreves auf dem Gebiet der Naturverjüngung und der Bestandserziehung wird später noch verschiedentlich näher einzugehen sein.

Im Jahre 1908 erschien dann der „Waldbau auf naturgesetzlicher Grundlage“ von Heinrich Mayr, dem Nachfolger Gayers auf dem Münchener Lehrstuhl. Der Nachdruck, der schon im Titel auf die naturgesetzliche Grundlage gelegt wird, verleiht auch diesem Werk eine besondere Note und seinen besonderen Wert. Mayr selbst hatte durch große Auslandsreisen und eingehende forstliche Studien in Nordamerika und in Japan, wo er sogar einige Jahre lang als Dozent wirkte, den Wald in den verschiedensten Teilen der Erde kennengelernt. Aus der Fülle des dort Gesehenen und Erlebten hat er dann eine besondere forstliche Klimatologie in großen Zügen aufgebaut, die in den pflanzengeographischen Werken von Humboldt, Drude, Warming und Schimper zwar schon im allgemeinen gegeben, aber doch noch nicht für den Wald im einzelnen entwickelt war. H. Mayr betonte besonders stark den Einfluß des Wärme- und Wasserfaktors, während die übrigen Faktoren, insbesondere der Boden und die für den Wald so überaus wichtige Humusfrage, etwas kurz wegkommen. Auf dem Gebiet der forstlichen Klimalehre entwickelte er eine Reihe von scharfgeformten Lehrsätzen, die in der Hauptsache zweifellos das Richtige treffen, im einzelnen freilich nicht immer genügend begründet erscheinen und manchen Anfechtungen begegnet sind. Neben der allgemeinen Klimatologie des Waldes, d. h. seiner Bedingtheit vom Außenklima, finden wir bei ihm auch schon eine Bestandesklimatologie, d. h. die Lehre vom Innenklima, das die Bestände sich selbst schaffen. Ebenso spricht er unter Anlehnung an die Begriffe der Pflanzengeographie schon von einer Bestandessoziologie, d. h. der Lehre von den verschiedenen Formen der Vergesellschaftung der Bäume in den einzelnen Bestandarten.

Überall finden wir in seinem Werk Beziehungen und Hinweise auf Ähnlichkeiten und Unterschiede der deutschen Verhältnisse mit den ausländischen. Überall werden aus diesen Vergleichen fruchtbare und allgemein anregende Schlüsse gezogen. „Naturgesetzlicher Waldbau ist international“, sagt er stolz und großzügig. Das gilt natürlich zu Recht. Nur setzt es voraus, daß die entwickelten Beziehungen wirklich Naturgesetze sind und als solche auch richtig bewiesen werden können. Wenn man nach dieser Richtung hin die Mayrschen Lehrsätze nachprüft, so schmilzt freilich die Fülle derselben nur auf einen kleinen Bestand zusammen und die Folgerungen daraus für eine internationale Praxis des Waldbaus ebenfalls! Ein besonderes Verdienst hat sich Mayr noch um die Klärung der Anbaufähigkeit der ausländischen Holzarten erworben (vgl. S. 338).

Als letztes der großen Waldbauwerke ist schließlich noch das von Anton Bühler, Professor der Forstwissenschaft in Tübingen, zu nennen. Es trägt den Titel „Der Waldbau nach wissenschaftlicher Forschung und praktischer Erfahrung“ und ist in zwei Bänden 1918 und 1922, der letzte Band erst nach dem Tode des Verfassers, erschienen. Es ist das umfangreichste aller Waldbauwerke geworden, das wir besitzen und wohl je besitzen werden. Denn es umfaßt nicht weniger als 1300 Seiten! Mit einem schier unglaublichen Fleiß ist hier die Literatur zusammengetragen, sind Zahlen gesammelt und die Ergebnisse fremder und vieler eignen Versuche zusammengestellt. Leider hat dadurch die Übersichtlichkeit stark gelitten. Auch vermißt man oft eine klare persönliche Stellungnahme zu dem oft recht widerspruchsvollen Tatsachenmaterial. Es ist seiner ganzen Anlage und Stoffbehandlung nach ein wertvolles Nachschlagewerk und ein Handbuch, aber kein eigentliches Lehrbuch mehr.

Neben diesen großen allgemeinen und führenden Werken über den gesamten Waldbau gibt es noch eine Reihe kleinerer, ebenso auch viele selbständige Schriften, die Teilgebiete

behandeln. Viel und wertvolles Material ist auch gerade in den forstlichen Zeitschriften zerstreut. Der nachstehende Literaturnachweis will keinen Anspruch auf Vollständigkeit machen. Es ist vielmehr absichtlich eine Auswahl getroffen, die nur einen gewissen Überblick vermitteln soll. Für die verschiedenen Teilgebiete und Sonderfragen wird auf die bei den einzelnen Kapiteln angeführte Literatur verwiesen.

Übersicht über die allgemeine Waldbauliteratur.

I. Lehrbücher und Handbücher.

1791. Hartig, G. L.: Anweisungen zur Holzzucht für Förster, 9. Aufl. Marburg 1818. — 1808. Ders.: Lehrbuch für Förster, 11. Aufl. Stuttgart 1877. — 1816. Cotta, H.: Anweisung zum Waldbau, 9. Aufl. Dresden u. Leipzig 1865. — 1821. Hundeshagen, J. Chr.: Enzyklopädie der Forstwissenschaft. 1. Abt.: Forstliche Produktionslehre. 3. Aufl. 1835. — 1834. Gwinner: Der Waldbau in kurzen Umrissen, 3. Aufl. d. Leop. Dengler. Stuttgart 1850. — 1850. Stumpf: Anleitung zum Waldbau, 4. Aufl. Aschaffenburg 1870. — 1855. Burckhardt, H.: Säen und Pflanzen, 6. Aufl. Hannover 1893. — 1856. Fischbach, v.: Lehrbuch der Forstwissenschaft. Stuttgart. — 1860. Pfeil, W.: Die deutsche Holzzucht. Leipzig. — 1878. Gayer, K.: Der Waldbau, 4. Aufl. Berlin 1898. — 1884. Wagener, G.: Der Waldbau und seine Fortbildung. Stuttgart. — 1885. Borggreve, B.: Die Holzzucht, 2. Aufl. Berlin 1891. — 1885. Ney: Die Lehre vom Waldbau für Anfänger in der Praxis. Berlin. — 1888. Weise: Leitfaden für den Waldbau, 4. Aufl. Berlin 1911. — 1888. Lorey: Handbuch der Forstwissenschaft, Abschnitt Waldbau, 4. Aufl. Tübingen 1925. — 1899. Neudammer Försterlehrbuch, Abschnitt Waldbau von A. Schwappach, 8. Aufl. 1928. — 1909. Mayr, H.: Waldbau auf naturgesetzlicher Grundlage, 2. Aufl. Berlin 1925. — 1910. Dittmar: Waldbau, ein Leitfaden für Unterricht und Praxis, 3. Aufl. 1929. — 1918. Bühler, A.: Der Waldbau nach wissenschaftlicher Forschung und praktischer Erfahrung. Stuttgart, Bd. 1 1918. Bd. 2 1922.

II. Werke über Einzelgebiete mit allgemeinem Einschlag.

a) **Ökologie und sonstige naturwissenschaftliche Grundlagen.** Heyer, G.: Das Verhalten der Waldbäume gegen Licht und Schatten. Erlangen 1852. — Willkomm: Forstliche Flora von Deutschland und Österreich. Leipzig 1875. — Heß: Eigenschaften und Verhalten der wichtigsten in Deutschland vorkommenden Holzarten. Berlin 1886, 3. Aufl. 1905. — Büsgen: Bau und Leben unserer Waldbäume. Jena 1897, 3. Aufl. 1928. — Rubner: Die pflanzengeographischen Grundlagen des Waldbaus. Neudamm 1924, 2. Aufl. 1925. — Morosow: Die Lehre vom Walde. Neudamm 1928.

b) **Bestandes- und Betriebsformen.** Gayer: Der gemischte Wald, seine Begründung und Pflege, insbesondere durch Horst- und Gruppenwirtschaft. Berlin 1886. — Fürst: Plänterwald oder schlagweiser Hochwald? Berlin 1885. — Wagner, Chr.: Die Grundlagen der räumlichen Ordnung im Walde. Tübingen 1907, 4. Aufl. 1923. — Martin: Folgerungen der Bodenreinertragstheorie. 5 Bde. Leipzig 1894—99. — Duesberg: Der Wald als Erzieher. Berlin 1910. — Kubelka: Die intensive Bewirtschaftung der Hochgebirgsforste. Wien 1911. — Wagner, Chr.: Der Blendersaumschlag und sein System. Tübingen 1912, 3. Aufl. 1923. — Kubelka: Moderne Forstwirtschaft. Wien 1918. — Möller, A.: Der Dauerwaldgedanke. Berlin 1922. — Wiebecke: Der Dauerwald. Stettin 1920. — Wiedemann, E.: Die praktischen Erfolge des Kieferndauerwaldes. Braunschweig 1925. — Krutzsch: Bärenthoren 1924. Neudamm 1926. — Sieber, Ph.: Der Dauerwald. Berlin 1928.

c) **Waldschönheitspflege.** Salisch, v.: Forstästhetik. Berlin 1. Aufl. 1885, 3. Aufl. 1911. — Dimitz, L.: Über Naturschutz und Pflege des Waldschönen. Wien 1903.

d) **Örtliche Sondergebiete.** Speidel, E.: Waldbauliche Forschungen in württembergischen Fichtenbeständen. Tübingen 1889. — Ramm, S.: Die waldbauliche Zukunft des württembergischen Schwarzwaldes. Tübingen 1911. — Gayer, K.: Über den Femelschlagbetrieb und seine Ausgestaltung in Bayern. — Rebel, K.: Waldbauliches aus Bayern. 2 Bde. Diessen vor München 1. Aufl. 1922—24, 2. Aufl. 1926. — Badisches Ministerium der Finanzen: Richtlinien für Erziehung und Verjüngung der Hochwaldungen in Baden. Karlsruhe 1925. — Philipp u. Kurz: Die Verlustquellen in der Forstwirtschaft. I. Waldbau und Forsteinrichtung. Karlsruhe 1928. — Hessen: Wirtschaftsgrundsätze für die der Staatsforstverwaltung unterstellten Waldungen des Großherzogtums Hessen. Darmstadt 1905. — Hagen-Donner: Die forstlichen Verhältnisse Preußens, 3. Aufl. 2 Bde. Berlin 1894. — Erdmann, F.: Die nordwestdeutsche Heide in forstlicher Beziehung. Berlin 1907. — Schütte: Die Tuheler Heide. Danzig 1893. — Vanselow, K.: Die Waldbautechnik im Spessart. Berlin 1926. — Müller, H.: Grundlagen der Forstwirtschaft im sog. Preußisch-Litauen. Neudamm 1928.

Im übrigen wird bezüglich der Literatur auf die Einzelabschnitte verwiesen!

Erster Abschnitt. Die Bestandesarten.

1. Kapitel. Allgemeines über Begriff und Einteilung der Bestände.

Der Wald zeigt auch auf kleineren Flächen meist mehr oder weniger weitgehende Unterschiede in seinem Aussehen. Nicht nur, daß er hier von der einen, dort von einer anderen Holzart gebildet wird, womit auch meist der Unterstand, Sträucher und Bodenflora, wechselt, auch bei gleicher Holzart zeigen sich oft starke Verschiedenheiten in der Höhe und Vollkommenheit des Wuchses. Vor allem aber fällt in unserm Wirtschaftswald der Wechsel auf, den das ungleiche Alter der einzelnen Flächen mit sich bringt. Überall, wo sich solche Waldteile von verschiedenem Aussehen und verschiedener Zusammensetzung voneinander abheben, sprechen wir von der Bildung besonderer Bestände. Im Grunde genommen ist natürlich kein Fleck dem andern ganz gleich. Wie weit man mit der Zusammenfassung bzw. Unterscheidung gehen soll, kann nur durch Übereinkommen bestimmt werden. Die naturwissenschaftlich-ökologische Betrachtungsweise wird die Grenzen immer möglichst eng zu ziehen suchen. Für die forstliche Praxis ist dagegen nur notwendig, daß der Bestand sich zu gleichartiger Bewirtschaftung eignet. Dabei können geringere Unterschiede mit in Kauf genommen werden. Dagegen darf die Fläche nicht zu klein sein, damit eine besondere Behandlung auf ihr überhaupt stattfinden kann (gewöhnlich nicht unter 0,3—1,0 ha). Andererseits müssen aus wirtschaftlichen Gründen (Übersichtlichkeit, Sturmsicherung) öfters auch gleichartige größere Bestände durch Einteilungslinien und Wege zerlegt werden. Der wirtschaftliche Bestandesbegriff deckt sich also nicht immer mit dem ökologischen.

Von wesentlichem Einfluß auf die waldbaulichen Verhältnisse der Bestände ist ihr Aufbau in horizontaler wie in vertikaler Richtung (Grundriß und Aufriß).

Aufbau in horizontaler Richtung. Danach unterscheidet man ganz allgemein Groß- und Kleinbestände, d. h. solche, die auf großen oder kleinen Flächen gleichartig sind. Groß und Klein sind aber relative Begriffe, ihre Abgrenzung ist unsicher. Um einen ökologischen Gesichtspunkt hierfür heranzuziehen, wollen wir die Entscheidung darin suchen, ob die Einwirkung des Nachbarbestandes oder des umgebenden Freilandes auf die Bestandesfläche noch eine wesentliche Rolle spielt oder nicht. Solche Nachbareinflüsse können sich in verschiedener Weise äußern: z. B. durch Lichteinfall bzw. Schattenwirkung, Nadel- und Laubeinwehung, Samenanflug vom Nebenbestand u. a. m. Diese verschiedenen Seiteneinwirkungen gehen zwar auch verschieden weit, aber im großen und ganzen bewegen sie sich doch etwa in den Grenzen einer Baumlänge, etwa bis 20 oder 30 m.

Christof Wagner, dem wir ebenso wie auf anderen Gebieten auch auf dem des Bestandesaufbaues eine erste gründliche Durcharbeitung und scharfe Fassung der Begriffe verdanken, hat in seiner „Räumlichen Ordnung im Walde“¹ den Unterschied zwischen Groß- und Kleinfläche erst da gezogen, „wo die spezifischen Wirkungen der Gleichaltrigkeit und der Kahlfäche beginnen“. Abgesehen davon, daß mir das für die waldbaulichen Begriffe von Groß und Klein schon zu weitgehend erscheint, würde sich dieser Maßstab auch nur auf den gleichaltrigen und im Kahlschlag betriebenen Wald anwenden lassen. Demgegenüber ist der Gesichtspunkt der Seiteneinwirkungen ganz allgemein anwendbar und scheint mir dem Begriff von Groß und Klein mehr zu entsprechen. Das Große beweist eben seine Größe in der vollen Selbständigkeit, während das Kleine seine Schwäche in der Abhängigkeit von der Nachbarschaft zeigt.

¹ a. a. O., 1. Aufl., S. 110.

Wir wollen also überall da, wo auf dem größten Teil einer Bestandesfläche sich noch deutlich solche Nachbarwirkungen zeigen, was man am besten an der Streudecke und der Bodenflora erkennen kann, von Kleinflächen sprechen. Da, wo sie fehlen bzw. nur auf verhältnismäßig unbedeutenden Bestandrändern auftreten, liegen Großflächen vor. Doch scheint mir noch eine weitergehende Gliederung möglich und erwünscht.

Die Kleinfläche kann nämlich so klein werden, daß die ökologische Wirkung des eigenen Bestandes durch die Nachbarwirkungen schließlich überdeckt wird, wenn z. B. ein sehr kleiner Lichtholzbestand durch Schattholzbestände so eingeengt und seine Streudecke durch Seiteneinwehung so verändert wird, daß der Charakter der Bodenflora, der Humusbildung u. a. m. keine typische Wirkung des eigenen Oberbestandes mehr zeigt. Solche Flächen könnte man Zwergflächen nennen. Andererseits können die Großflächen so groß werden, daß besondere Bestandesgefahren sich weit über sie hinaus zu Katastrophen für den gesamten Wald auswachsen, z. B. Sturm- und Feuerschäden, Insektenvermehrungen u. dgl. Solche Flächen möchte ich Riesenflächen nennen. Bei diesen spielt dann die Trennung durch Wege, Gestelle und andere Linien meist keine Rolle mehr, wenn sie nicht durch entsprechende Wirtschaftsmaßnahmen in ihrer trennenden Wirkung nachdrücklich unterstützt werden, wie z. B. durch Loshiebe und Traufbildung gegen Wind, Sicherungstreifen gegen Feuer u. dgl. m. Natürlich läßt auch diese weitergehende Gliederung im Einzelfall noch manche Unsicherheit bestehen. Aber darauf kommt es weniger an, als auf die Tatsache, daß sich überhaupt eine solche stufenweise Wirkung der Flächengröße ökologisch und wirtschaftlich ausprägt. Sie läßt sich kurz in die Schlagworte zusammenfassen:

Zwergfläche: Eigenwirkung von der Nachbarschaft überdeckt.

Kleinfläche: Eigenwirkung deutlich vorhanden, aber von der Nachbarschaft beeinflusst.

Großfläche: Eigenwirkung allein herrschend, Gefahren auf den Bestand selbst beschränkt.

Riesenfläche: Eigenwirkung wie vor, Gefahren zu Katastrophen für den ganzen Wald auswachsend.

Die Seitenwirkung der Nachbarschaft läßt zwei Sonderfälle unterscheiden: den einen, daß der Bestand an eine freie Fläche oder an einen so viel niedrigeren Nachbarbestand stößt, daß seine Flanke als offen gelten muß (ungedeckter Stand), oder daß er durch einen gleich hohen oder doch nur so viel niedrigeren Bestand geschützt wird, daß Sonne, Wind usw. abgehalten werden (gedeckter Stand).

Außer der Größe der Fläche spielt aber auch ihre Form eine entscheidende Rolle. Je runder und zusammengeschlossener dieselbe ist, bei desto kleineren Größenunterschieden vollzieht sich der Übergang von einer der obigen Flächenstufen zur anderen, je langgestreckter, desto größer kann der Unterschied in der absoluten Flächengröße sein. So kann ein Hunderte von Metern langer, aber nur sehr schmaler Bestand trotz großer Fläche noch durchaus Kleinbestandscharakter tragen!

Wir haben hier den Formgegensatz des Horstes einerseits und des Streifens andererseits. In der Waldbautechnik sind aber nach der Größe dieser beiden Grundformen von jeher auch noch andere Ausdrücke gebräuchlich, ohne daß man bisher zu einer Einheitlichkeit in Begriff und Abgrenzung gekommen ist. Es sind dies die verschiedenen Ausdrücke wie Trupp, Gruppe, Horst für die runden, Saum, Streifen, Kulisse u. dgl. für die langgestreckten Flächen. Eine feste Norm wird auch wohl bei den vielen auseinandergelassenen Vorschlägen

kaum zustande kommen. Hier soll jedenfalls folgende Abgrenzung innegehalten werden:

Trupp ist nur eine Vereinigung von wenigen Bäumen, die überhaupt keinen Flächencharakter trägt.

Mit Gruppe wollen wir nur diejenigen Flächen bezeichnen, die bei annähernd runder Form den ökologischen Charakter der Zwergflächen zeigen. Ihr entspricht unter den langgestreckten der Schmalstreifen¹ oder Saum.

Unter Horst sind nur solche Flächen zu verstehen, die ohne Zwergflächen zu sein, doch noch Kleinbestandscharakter tragen. Dem Horst entspricht der langgestreckte Breitstreifen.

Alles, was darüber hinausgeht, ist Großfläche und trägt überhaupt keinen besonderen Namen, weil die Form hierbei kaum noch ökologische Unterschiede bedingt.

Wenn man einen ungefähren zahlenmäßigen Anhalt haben will, so kann man ihn im großen Durchschnitt etwa für Gruppe und Schmalstreifen bzw. Saum bei einem Höchstdurchmesser von einer Baumlänge = 20—30 m, bei Horst und Breitstreifen bei etwa doppelter Breite, also 40—60 m, suchen. Darüber beginnt die Großfläche und geht bis etwa zum Umfang der Hauptwirtschaftsfiguren (in Norddeutschland Jagen bzw. Distrikte, in Süddeutschland Wirtschaftsabteilungen genannt). Diese haben meist eine Größe von 15—25 ha. Liegen mehrere solcher gleichartiger Bestände zusammen, so hätte man in unserem Sinne von Riesenflächen zu sprechen.

Die Vorschläge von anderer Seite und die gebräuchlichen Bezeichnungen in den verschiedenen Gegenden weichen vielfach hiervon ab. H. Mayr will in seinem Kleinbestandswald noch runde Flächen von 0,3—3,0 ha als Kleinflächen rechnen (in Ausnahmefällen sogar bis zu 5 ha). Das würde bei 3 ha schon einen Durchmesser von 200 m ergeben.

Künkele² gibt für den Trupp 5—50 qm, für die Gruppe 50—500 qm, für den Horst 500—5000 qm, für den Kleinbestand 5000—50000 qm als Grenzen an. Er scheidet also über den Horst hinaus noch einen besonderen Kleinbestand aus, der aber nach unseren hier entwickelten Begriffen nicht mehr als solcher zu rechnen sein würde, da sein Durchmesser nach oben hin weit darüber hinausgehen würde. Gehrhardt³ schlägt für die Gruppe eine Obergrenze von 0,1 ha, für den Horst 0,5 ha vor und steht damit unseren Begriffen schon näher. Überhaupt grenzt man in Süddeutschland allgemein die Kleinfläche und den Horst etwas größer ab als in Norddeutschland.

Aufbau in vertikaler Richtung. Im Aufriß des Bestandes zeigen sich im allgemeinen drei verschiedene Formen: Im einen Falle liegen die Kronen im wesentlichen in gleicher Höhe, wenn auch einzelne vorwüchsige immer etwas darüber herausragen und einige andere etwas darunter zurückbleiben. Es findet sich jedenfalls eine ausgeprägte horizontale Kronenschicht, unter der der verhältnismäßig laubleere Stammraum liegt. Man spricht in diesem Falle von Gleichaltrigkeit oder richtiger Gleichstufigkeit, da es auf gleiches Alter nicht ankommt. Es kann nämlich auch bei verschiedenem Alter der Fall eintreten, daß die Kronen der jüngeren Stufe sich später in die obere Kronenschicht einschieben, da ja das Höhenwachstum mit zunehmendem Alter immer geringer wird.

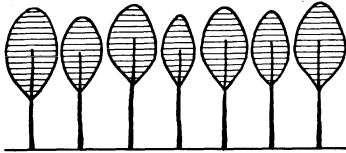
Findet sich unter der oberen Kronenschicht noch eine zweite, deutlich von ihr getrennte, die im mittleren oder unteren Teile des Stammraumes liegt, so haben wir den zweistufigen (zweialtrigen) Bestand vor uns, der aber mit zunehmendem Alter wegen der Verhältnisse des Höhenwachstums auch mehr und mehr in den einstufigen übergehen muß.

¹ Chr. Wagner hat mit Recht betont, daß man von Saum im richtigen Sprachsinne nur an der Außenseite eines Bestandes sprechen kann. Obwohl die schmalen Streifenbestände gerade dort häufig auftreten und eine besondere Rolle spielen, kommen doch auch gelegentlich schmale Innenstreifen vor.

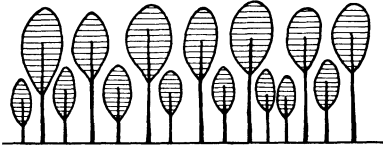
² Silva 1922, S. 259; 1927, S. 45.

³ Silva 1926, S. 289.

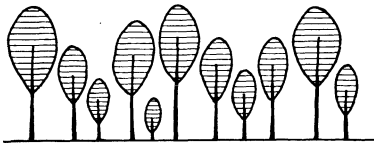
Sind endlich drei oder mehr verschiedene Kronenschichten entwickelt, so haben wir den mehr- oder vielstufigen (ungleichaltrigen) Bestand. Bei uns liegen aber selten mehr als drei Kronenschichten wirklich übereinander. Wo der ganze Raum eines Bestandes von oben bis unten mit Grün erfüllt ist, handelt es sich meist um ein Nebeneinander der verschiedenen hohen Schichten. Nur im tropischen Urwald finden sich häufiger drei und mehr Kronenschichten wirklich senkrecht übereinander.



1. Horizontalschluß.



2. Vertikalschluß.



3. Stufen- oder Treppenschluß.

Abb. 119. Profilansicht der verschiedenen Aufbauformen des Bestandes.

Für Horizontalschluß gebraucht Wagner neuerdings die Verdeutschung „Gleichschluß“, in höherem Alter auch „Hochschluß“, den Vertikalschluß nennt er „Schichtschluß“. Mir scheinen die älteren Ausdrücke Horizontal- und Vertikalschluß ungleich schärfer und klarer und ihre Beibehaltung als Fachausdrücke im Sinne der internationalen Verständigung für wünschenswert. Der dritte Fall könnte vielleicht bezeichnender „Treppenschluß“ genannt werden, da man bei Stufen auch an ein senkrecht übereinanderliegendes denken kann und sich jedenfalls Stufe und Schicht nach unserem Sprachgebrauch nicht scharf genug voneinander unterscheiden.

Bestandesdichte. Neben der Richtung des Schlußstandes oder, wie man auch umgekehrt sagt, des Bestandsschlusses, spielt aber auch dessen Dichtigkeit eine Rolle im Aufbau. Auch hier herrscht noch manche Unklarheit und Verwirrung der Begriffe. Im einen Falle betrachtet man nämlich den Schlußgrad mehr vom Gesichtspunkt der Massenbildung, im anderen mehr von dem der Beschirmung. Der Schluß nach der ersten Beziehung sollte, wie Gehrhardt² richtig betont hat, am besten nur „Bestockungsgrad“ oder noch eindeutiger „Vollertragsgrad“ genannt werden. Er wird nach der Stammgrundflächensumme bemessen, die die in Brusthöhe ermittelten Stammdurchmesser des Bestandes ergeben, und wird in Zehnteln der für die verschiedenen Ertragsklassen ermittelten Größen ausgedrückt. Ein Vollbestandsgrad von 0,5 bedeutet also, daß die Stammgrundfläche bzw. die Masse des Bestandes nur die Hälfte von der in der Ertragstafel beträgt. Demgegenüber steht der eigentliche Schluß- oder Beschirmungsgrad, der die Deckung bezeichnet, die die Kronen gegen den freien Himmel einerseits, gegen den Boden andererseits bewirken. Auch diesen Schlußgrad kann man schätzungsweise in Zehnteln der vollen Deckung ausdrücken. Es sind dafür aber auch noch andere, mehr beschreibende Ausdrücke gebräuchlich, die nach der Anleitung zur Standorts- und Bestandsbeschreibung der deut-

¹ Wagner, Ch.: Lehrbuch der theoretischen Forsteinrichtung, S. 115. Berlin 1928.

² Silva 1926. S. 292.

schen forstlichen Versuchsanstalten¹ folgendermaßen lauten: gedrängt, geschlossen, lichtgeschlossen, licht, räumlich und lückig. Eine nähere Bestimmung für die Anwendung ist nicht gegeben.

Man wird aber von gedrängtem Stand nur sprechen, wenn die Kronen sich ineinanderschoben und viele derselben schon Verkümmerserscheinungen, wie Abplattung, Einklemmung u. dgl., zeigen. Der Schluß ist dann übernormal (über 1,0). Bei normalem Schluß (1,0) stoßen die meist wohlausgebildeten Kronen aneinander und füllen den Kronenraum gerade aus. Statt lichtgeschlossen würde besser lockergeschlossen zu sagen sein (0,9—0,8), wenn die Kronen schon kleine Zwischenräume zwischen sich haben. Den Ausdruck licht würde man in Anlehnung an den Begriff der Lichtung (vgl. S. 464) beim Ausfall von über $\frac{2}{10}$ der Deckung (etwa bei 0,7 und 0,6) anzuwenden haben, während als räumlich (im Anschluß an den Begriff der Räume) die Bestockungsgrade zu bezeichnen sein würden, die etwa nur noch die halbe Kronenfläche und darunter haben. Der Ausdruck „lückig“ enthält nach unserem Sprachsinn überhaupt keine Steigerung gegenüber „licht“ und „räumlich“, sondern bezeichnet mehr das Auftreten einzelner Fehlstellen im Kronendach. Er würde also am besten für solche Fälle vorzubehalten sein, etwa mit den Zusätzen: stellenweise, mehrfach lückig usw.

Innere Zusammensetzung. Nach der inneren Zusammensetzung unterscheiden wir schließlich noch reine und gemischte Bestände, je nachdem sie aus nur einer oder zwei und mehreren Holzarten gebildet werden. Treten nur einzelne wenige Individuen einer anderen Art in einem im übrigen reinen Bestand auf, so pflegt man diesen deswegen noch nicht als Mischbestand zu bezeichnen, sondern nur von Einsprengung zu reden. Auch die Mischung wird nach Zehnteln angegeben, und zwar nach den Vorschriften der Versuchsanstalten nur bezogen auf die Stammgrundfläche. Dies wird aber in vielen Fällen den waldbaulich-ökologischen Gesichtspunkten nicht gerecht, z. B. wenn eine erheblich jüngere Mischholzart im Unterstande Licht und Streubildung fast allein beherrscht, während sie von der Stammgrundfläche nur ein oder wenige Zehntel einnimmt. In solchen Fällen wird man sich bei der Bestandsbeschreibung durch Zusätze, wie „geschlossener, lockerer Unterstand“ od. dgl., helfen müssen.

Zur Bezeichnung der Mischungsform nach der Fläche dienen die Ausdrücke: Einzelmischung, truppweise, gruppenweise und horstweise Mischung bzw. Reihen- und Streifenmischung, wobei die früher gegebenen Gesichtspunkte für die Abgrenzung auch hier gelten sollen. Bei Flächen, die über die Horst- und Breitstreifengröße hinausgehen, würde großflächenweise Mischung vorliegen, die aber eigentlich schon keine Mischung mehr ist, sondern die Bildung besonderer Bestände bedingt. Überhaupt ist der ökologisch vollkommenste Mischungszustand an sich immer in den kleinsten Formen zu suchen. Die wirtschaftliche Behandlung ist aber gerade bei diesen oft schwierig.

In vertikaler Richtung können nun die Kronen der verschiedenen Mischholzarten in gleicher Höhe liegen, wofür Mayr den bezeichnenden Ausdruck „Kronenmischung“ geprägt hat.

Chr. Wagner nennt dies „gleichwüchsige“ Mischung. Liegen die Kronen untereinander, so spricht er von Schichtenmischung, liegen sie in verschiedener Höhe, von Stufenmischung.

Ich möchte auch für diese Fälle vorschlagen, die klaren Ausdrücke Horizontal-, Vertikal- und Treppen- oder Stufenmischung anzuwenden. Im übrigen kann man in den ersten beiden Fällen auch die Ausdrücke „durch- bzw. unterstellt“ in der Beschreibung gebrauchen. Jedenfalls ist auf eine genaue und plastische Ausdrucksweise bei der ganzen Bestandsbeschreibung größter Wert zu legen.

¹ Zweite unveränderte Auflage. Neudamm 1911.

Leider fehlt es daran in unseren neueren Forsteinrichtungswerken im Gegensatz zu den älteren oft sehr stark. Sie werden dadurch an Wert für die spätere Bestandsgeschichte verlieren, trotzdem die dafür aufzuwendende Zeit und Arbeit nur gering sein würde!

Zu beachten ist noch, daß die Anfangsmischung, d. h. die in der ersten Jugend, oft andere Form- und Größenverhältnisse ergibt wie die Endmischung¹ im haubaren Alter. So wächst aus der Trupp- und Gruppenmischung schließlich oft nur Einzel- bzw. Truppmischung im höheren Alter heraus. Allerdings kann die Bestandserziehung gerade hier oft stark ändernd eingreifen, aber immer nur bis zu einem gewissen Grade.

In bezug auf die Dauer der Mischung unterscheidet man vorübergehende Mischungen, die nur einen Teil des Bestandesalters bleiben und nach Erfüllung ihres besonderen Zweckes (z. B. Frostschutz in der Jugend durch vorwüchsige Birken oder Weißerlen [Schutzholz] oder Ausfüllung lockerer oder lückiger Verjüngungen durch raschwüchsige, aber geringwertige Weichhölzer [Füll- und Treibholz]) dann wieder verschwinden, während in den meisten Fällen die Mischung dauernd bleiben soll (Dauermischung).

Ein wichtiger Unterschied für den waldbaulichen Wert der Mischung ergibt sich aus dem verschiedenen Lichtverhalten der Mischholzarten, womit meist auch ein verschiedener Einfluß auf die Bodenpflege verbunden ist. Wir haben die besonders wertvolle Mischung von Licht- mit Schattenhölzern, die schon etwas weniger wertvolle von Schattenhölzern untereinander und schließlich die am wenigsten wertvolle von Lichthölzern untereinander.

In extremen Fällen bildet die eine Holzart allein das eigentliche Wirtschaftsziel (Nutzholz), die andere dient vorwiegend nur der Bodenpflege oder noch der Stamm- und Astreinigung der Hauptholzart (Schutzholz, Füll- und Treibholz). Man hat in solchen Fällen einen Haupt- oder Grundbestand; die anderen Holzarten bilden den Nebenbestand, wobei allerdings zu beachten bleibt, daß der Begriff des Haupt- und Nebenbestandes in der Lehre von der Bestandserziehung (Durchforstung) einen ganz anderen Sinn hat, und man deswegen, um Verwechslungen vorzubeugen, besser nur von Grundbestand und Nebenholzarten sprechen sollte.

Chr. Wagner unterscheidet die Mischungen nach ihrer waldbaulichen und ökonomischen Wertigkeit in gleichwertige, bei denen die einzelnen Arten keine Vorteile gegeneinander bieten, und ungleichwertige, wo dies der Fall ist. Diese Ausdrücke sind aber in der Literatur auch für andere Verhältnisse angewendet worden, nämlich für den Grad der Mischung: z. B. Fichte und Tanne je $\frac{1}{2}$ oder Fichte, Tanne und Buche je $\frac{1}{3}$ gemischt = gleichwertige Mischung oder Fichte $\frac{2}{3}$, Tanne $\frac{1}{3}$ = ungleichwertige Mischung. Abgesehen davon scheint die Anwendung der Bezeichnungen im Sinne Wagners auch deswegen nicht glücklich, als gerade die ungleichwertigen Mischungen meist die wertvollen sind und umgekehrt die gleichwertigen die wertloseren, was im Wortsinn schlecht zum Ausdruck kommt. Es scheint mir daher richtiger, nur von wertvollen, weniger wertvollen bzw. wertlosen Mischungen zu reden, soweit es solche, im weiteren Sinne gefaßt, überhaupt geben sollte.

2. Kapitel. Vorkommen und Bewertung der verschiedenen Bestandesarten. Wald- und Bestandestypen.

In der Natur kommen die einzelnen Bestandesarten selbstverständlich nicht immer in rein ausgeprägter Form, sondern in allen möglichen Übergängen und Abschattierungen vor. Am reinsten finden sie sich noch im künstlich begründeten Wald, wo bewußt und planmäßig auf die eine oder andere Form hingearbeitet wird. Ihr waldbaulicher und wirtschaftlicher Wert ist je nach der Holzart, aus

¹ Diese Begriffe sind ebenfalls von Chr. Wagner geprägt.

der sie gebildet werden, je nach Klima, Boden und anderen Umständen höchst verschieden. Wenn daher hier der Besprechung der einzelnen bestandesbildenden Typen eine allgemeine Bewertung der Grundformen vorausgeschickt wird, so ist nicht zu übersehen, daß es Abweichungen und Ausnahmen gibt, wo die Vorteile und Nachteile ganz anders liegen. Immerhin zeichnen sich doch gewisse Grundlinien deutlich und sicher genug ab, um sie als allgemeine Regel geben zu können.

Aufbau des Urwaldes. Vorausgeschickt sei zunächst eine kurze Betrachtung über die Bestandsformen des Urwaldes in unseren Breiten. Man hat ja gerade mit Bezugnahme auf den Bestockungsaufbau so oft auf die Natur als unsere große Lehrmeisterin hingewiesen, wobei man sich allerdings wohl vielfach falsche Vorstellungen von den tatsächlichen Verhältnissen im unberührten Naturwald gemacht hat. Wir haben hierüber erst in letzter Zeit durch eine Reihe von eingehenden Arbeiten mehr erfahren, von denen die wichtigsten unten zusammengestellt sind¹. Besonders lebendig ist die Schilderung von Schenck über die nordamerikanischen Verhältnisse. Viel Anschauungsmaterial bringen auch die Abbildungen in den amerikanischen Forstzeitschriften². Auch ich selbst habe den Urwald auf großen Flächen in den rumänischen Südkarpathen während der Jahre 1917 und 1918 als forstlicher Sachverständiger bei der damaligen Militärverwaltung Rumäniens und neuerdings besuchsweise auch die Urwaldungen in den Gebirgen Bosniens aus eigener Anschauung kennengelernt.

Die frühere Auffassung von einem überall stark vertikal gegliederten Aufbau ist danach jedenfalls nicht richtig.

Da, wo heute noch Urwaldungen in Europa und in Nordamerika vorhanden sind, finden sich überall riesige Flächen von recht gleichartigem Bestandscharakter, soweit die Standortsbedingungen nicht schroff wechseln. Es fehlt zunächst die flächenweise Altersgliederung, die die Wirtschaft überall mit sich bringt. Was den Aufbau im Innern anlangt, so hat Tschermak durch seine



Abb. 120. Mehrstufiger Aufbau des Urwaldes, aus Fichte, Tanne und Buche gebildet. (Rumänische Karpathen.)
Aufn. von R. Hilf.

¹ Göppert: Skizzen zur Kenntnis der Urwälder Schlesiens und Böhmens. Nova Acta d. Leop.-Akad. d. Naturf. 1868. — Engler: Der Urwald bei Schattawa im Böhmerwald. Schweiz. Z. f. Forstwes. 1904. — Tschermak: Einiges über den Urwald von waldbaulichen Gesichtspunkten. Zbl. f. d. ges. Forstw. 1910. — Hofmann, A.: Aus den Waldungen des fernen Ostens. Wien 1913. — Lautenschlager: Die forstlichen Verhältnisse des Bialowiezer Urwaldes. Aus: Bialowiez in deutscher Verwaltung 1917, H. 2. — Schenck: Der Waldbau des Urwaldes. Allg. Forst- u. Jagdztg. 1924, S. 77. — Fröhlich: Aus dem südosteuropäischen Urwald. Forstw. Zbl. 1925. — Rubner: Die pflanzengeographischen Grundlagen des Waldbaus, 2. Aufl., S. 271. 1925. ² So z. B. Forestry and Irrigation.

Studien in bosnischen Wäldern wohl zuerst darauf aufmerksam gemacht, daß jeder Urwald auch bei anfänglicher Ungleichaltrigkeit und Ungleichstufigkeit schließlich mehr oder minder gleichstufig werden muß, weil das Höhenwachstum im späteren Alter so gut wie ganz aufhört, und die jüngeren Glieder, soweit sie nach oben freie Entwicklung haben, die älteren dann einholen müssen. Aus eigenen Beobachtungen in Rumänien und Bosnien muß ich hierzu allerdings hinzufügen, daß da, wo Schattenhölzer, insbesondere solche verschiedenen Grades,



Abb. 121. Gleichstufiger Aufbau des Urwaldes. Unberührter Reinbestand von *Pinus Murrayana* in Kanada. (Aus Mayr: Wald- und Parkbäume.)
Aufn. Canadian Forestry Journal.

wie z. B. Tanne, Buche und Fichte, den Bestand bilden, trotzdem eine ziemlich starke Schichtung im Kronenraum und auch im unteren Stammraum vorhanden ist, weil eben viele unterdrückte Individuen der am meisten Schatten ertragenden Arten (Buche und besonders Tanne) bis zu 100 Jahren und mehr sich im Unterstand halten. (Abb. 120.) Trotzdem ist das Kronendach, von außen und oben gesehen, niemals treppenstufig, sondern steht meist in lockerem Horizontalschluß. Wenn man es von Berggipfeln über der Waldgrenze überschaut, macht es daher, auch wenn der Innenraum mehr oder minder geschichtet ist, immer den Eindruck der Gleichstufigkeit. Noch mehr scheint dies in den Urwäldern der Lichthölzer, besonders der Kiefern-

arten auf ärmeren Böden, der Fall zu sein, wo nach Schilderungen und Bildern aus Nordamerika und Rußland auch die innere Schichtung oft ganz wegfällt, und der Bestand, abgesehen von gelegentlichen Verjüngungsgruppen auf Lücken wirklich vollständig gleichstufig wird (Abb. 121).

Ebenso war die frühere Auffassung unrichtig, daß der Urwald immer gemischt wäre. Reinbestände fehlen durchaus nicht. So bildet die Kiefer solche auf trocknen, hoch gelegenen Sanden im russisch-sibirischen Waldgebiet, und zwar auf großen Flächen, und in noch höherem Grade im nördlichen Nordamerika. Auf der Balkanhalbinsel treten auf ärmerem Serpentin reine Schwarzkiefernwälder mitten unter reinen Buchenwäldern auf Kalk auf¹. Wo auch auf frischeren und anlehmigen Sanden im Urwald gelegentlich reine Kiefernbestände vorkommen, da sind allerdings meist Waldfeuer vorhergegangen, und der Reinbestand von Kiefer oder noch häufiger von Birke oder Aspe ist dann nur ein Übergangstyp, in den sehr bald wieder die Fichte oder edlere Laubbölzer einwandern².

Ich habe aber in den Südkarpathen auch große Strecken reiner Buchenwälder angetroffen, in denen nur ganz zerstreut einzelne Mischhölzer eingesprengt waren, jedenfalls so gering, daß sie waldbaulich in keiner Weise ins Gewicht fallen. Ebenso findet sich in den Hochlagen der Gebirge unter der Waldgrenze auch im Urwald immer ein breiter Gürtel von reinen Fichtenbeständen. Auf frischeren und kräftigeren Böden der Ebene und in den mittleren Lagen der Gebirge, wo Fagetum und Picetum ineinander übergehen, findet sich aber meist der Mischwald. So z. B. im Urwald von Bialowies die Kiefer mit Eiche und Hainbuche, auch Fichte, im Urwaldreservat am Kubany im Böhmerwald und in den bosnischen Gebirgen um 1000 m herum überall Tanne mit Buche und Fichte. Auch in Nordamerika ist nach Schenck der Mischwald doch das Häufigere. Es ist jedenfalls kein Zweifel, daß der neuzeitliche Wirtschaftswald in Europa auf sehr großen Flächen den Reinbestand erst künstlich geschaffen hat und ihn künstlich dort erhält, wo von Natur ehemals Mischwald war. Man darf nur nicht in die Übertreibung verfallen, daß dies überall der Fall ist, und daß die Natur Reinbestände überhaupt nicht kenne.

Eine solche Übertreibung scheint mir auch in dem Gedanken zu liegen, den Junack³ ausgesprochen hat, daß die Natur „Fruchtfolge“, also einen zeitlichen Wechsel der Holzarten, wolle. Freilich kann man eine solche Fruchtfolge in der Natur, namentlich nach Störungen (Waldbränden, Abholzungen, Anbau standortsfremder Holzarten), oft beobachten, aber immer mit dem Endziel eines bestimmten ursprünglichen Waldbildes, dem die Entwicklung als dem standortgemäßen Typ immer wieder zustrebt. Die uralten, fossil durch Pollenanalysen und auch geschichtlich nachweisbaren Reinbestände von Kiefer, Fichte, Buche, Erle u. a. sprechen gegen die Gesetzmäßigkeit eines natürlichen Prinzips der Fruchtfolge!

Wertung der Bestandsformen. Wenden wir uns nach dieser Betrachtung des Urwaldes der allgemeinen Wertung der verschiedenen Bestandsformen zu, so liegt der Hauptvorteil der Großbestände in ihrer Übersichtlichkeit, in der einfacheren taxatorischen Behandlung, in der besseren Vereinigung der Arbeit, des Holzanfalls und damit auch des Verkaufs. Das waren auch vorwiegend die Gesichtspunkte, die im Anfang des 19. Jahrhunderts in Norddeutschland zu den großen Altersklassenzusammen-

¹ Markgraf, F.: An den Grenzen des Mittelmeergebietes. Dahlem 1927.

² Sehr eingehende Schilderungen dieser Übergangsbilder und ihrer Entwicklung finden sich bei Morosow: Die Lehre vom Walde, S. 257ff., unter dem Kapitel „Wandlungen der Wälder“.

³ Junack: Der Fruchtfolgewald. Eine Antithese gegen den Dauerwaldgedanken. Neudamm 1924.

legungen bei der Kiefer, aber auch bei der Buche im Westen, geführt haben, die man heute wieder aufzuteilen bemüht ist.

Übrigens ist selbst von den obigen Gesichtspunkten aus eine zu weitgehende Zusammenlegung schon wieder abträglich, indem dadurch die Holzversorgung entfernter Ortschaften erschwert wird, die Waldarbeiter oft sehr weiten Anmarsch zu den Hauptschlägen haben und bestimmte Abfuhrwege zeitweilig so stark benutzt werden, daß ein kostspieliger Ausbau erforderlich wird, der nach vollendetem Abtrieb dann überflüssig wird u. a. m.

Der Hauptnachteil der Großbestände liegt in der Erhöhung der Bestandsgefahren. Wegen der Gleichmäßigkeit auf großen Flächen ist immer für alle Gefahren eine breite Angriffsfront und eine rasche Vermehrungsfähigkeit gegeben. Sturm, Schnee, Feuer, Insekten und Pilze verursachen daher hier sofort Massenschäden, die sich bei Gelegenheit zu Wirtschaftskatastrophen schlimmster Art auswachsen.

In ganz ähnlicher Richtung bewegen sich auch die Vorteile und Nachteile der gleichstufigen gegenüber den ungleichstufigen und der reinen gegenüber den gemischten Beständen. Auch hier sind die gleichstufigen und reinen leichter zu bewirtschaften, dafür aber die ungleichstufigen und gemischten gesicherter gegen viele Gefahren. Allerdings gilt das letztere nicht allen Gefahren gegenüber und bei den Mischbeständen überhaupt nur insoweit, als eine widerstandsfähigere Holzart einer gefährlicheren beigegeben wird. Im umgekehrten Fall kann die Sicherheit des Reinbestandes natürlich nicht erhöht, sondern nur gemindert werden, z. B. durch Einmischung der sturmgefährdeten Fichte in sturmsichere Kiefernbestände u. a. m.

Durch die gleichsinnige Wirkung der verschiedenen Formgegensätze können auch die Nachteile der einen Form abgemildert oder sogar aufgehoben werden, wenn nach anderer Beziehung hin eine vorteilhaftere Form vorliegt, so z. B. die Gefährdung der Großbestände, wenn sie aus Mischwald bestehen, oder der Reinbestände, wenn sie in Kleinbestände gegliedert oder ungleichstufig entwickelt sind. Überhaupt pflegt man bei der ganzen Frage der Bestandsformen und ihrer Bewertung meist an die ungünstigsten Extreme, wie den großen und gleichstufigen Nadelholzzreinbestand einerseits und den geschichteten Laub-Nadelholz-Mischbestand andererseits, zu denken und verallgemeinert dann die Vorzüge und Nachteile allzusehr.

Ungleichstufigkeit und Mischung bieten aber neben der größeren Sicherheit noch eine Reihe von anderen waldbaulichen Vorteilen, die beide Formen neuerdings in der allgemeinen Wertschätzung obenan gestellt haben. Für den ungleichstufigen Wald wird die bessere Ausnutzung des Lichtes durch die Schichtung des Kronendaches betont. Allerdings ist die weitverbreitete Vorstellung, daß das Kronendach des gleichstufigen Waldes flach wie ein Tisch wäre, stark übertrieben. Jeder Blick von erhöhtem Standpunkt, wie von Aussichtstürmen, Berggipfeln und dergleichen, zeigt vielmehr, daß dies durchaus nicht der Fall ist. Besonders die Bestände der spitzgipfligen Nadelhölzer zeigen ein oft recht gezacktes und gewelltes Kronendach, und nur bei sehr gedrängter Stellung verflacht sich dieses mehr und mehr. Es ist auch zu bedenken, daß der untere Teil der Kronen selbst bei vollem Freistand immer Schattenstruktur zeigt und träge assimiliert (vgl. Teil I, S. 153), so daß die oft behauptete Proportion von Kronengröße und Zuwachsleistung wohl niemals ganz zutreffen dürfte. Im übrigen ist auch nicht zu übersehen, daß nur der vertikale Schluß wirklich ein Mehr an Kronenfläche auf dem gegebenen Boden erzeugt, während bei mehr treppenartigem Schluß, d. h. einem Nebeneinander verschieden hoher Kronen dieser Vorteil überhaupt mehr oder minder wegfällt.

Der Gedanke, daß man durch Übereinanderstellung von zwei Baumschichten unbedingt ein Mehr an Zuwachs erzielen müsse,

ist jedenfalls anfechtbar und dürfte nur in günstigen Fällen zutreffen. Neben der starken Schattendruckwirkung des Oberbestandes auf den Unterstand ist hier auch die gegenseitige Wurzelkonkurrenz zu beachten, die die zwei untereinander geschobenen Schichten sich machen. Kein Geringerer wie Bernard Borggreve war daher ein entschiedener Gegner des Unterstandes und sah in ihm meist nur einen lästigen Konkurrenten des Oberbestandes. Auch dies ist, allgemein gefaßt, wohl übertrieben. Es kommt hier eben alles auf das Lichtbedürfnis der verschiedenen Holzarten, die Güte des Bodens, den vorhandenen Bodenüberzug u. a. m. an. Unter Umständen kann der letztere mehr schädigen als ein Unterstand, der ihn verdrängt oder zurückhält. Auch die Dichtigkeit des Unterstandes spielt oft eine entscheidende Rolle. Da, wo dieser zu dicht steht, haben sich selbst bei der sonst so bodenpfleglichen Buche öfter Rohhumusanhäufungen gezeigt, die den beabsichtigten Erfolg dann natürlich hinfällig machen müssen. Man wird hier weniger wie je „generalisieren“ dürfen, sondern alles vom gegebenen Fall abhängig machen müssen.

Ein unleugbar allgemein günstiger Einfluß des Vertikal- und Treppenschlusses besteht in der Erhöhung der Windruhe im Innern. Man hat den gleichstufigen Bestand mit einem „Trockenschuppen“ verglichen, der mit seinem Dach den Niederschlag abfängt, unten aber den Wind durchpfeifen läßt. Auf der anderen Seite hat man von der „Treibhausluft“ des geschichteten Bestandes gesprochen. Alle derartigen Schlagworte sind aber meist übertrieben, und die Vergleiche sind recht schief. Das Dach des Trockenschuppens ist doch so undicht, daß es immerhin 60—70% der Niederschläge durchläßt, und dem Treibhaus fehlt leider das Oberlicht, da der Lichtgenuß oft um die Hälfte und mehr heruntersetzt ist! Das alles darf man nicht vergessen und nicht einseitig nur Vorteile sehen wollen, wo auch Nachteile nebenherlaufen.

Das gilt nicht nur für die Frage der Stufigkeit, sondern auch für die Mischbestandsfrage, obwohl hier die allgemeinen Vorteile stärker und deutlicher hervortreten. Die größere Sicherheit gegen Gefahren wurde schon oben erwähnt. Daneben tritt vielfach eine bessere, sich ergänzende Bodenausnutzung durch ungleichen Nährstoffentzug der verschiedenen Holzarten und verschiedene Tiefe der Durchwurzelung. Im allgemeinen ist auch die Streuzersetzung im Mischbestand meist günstiger als im reinen. Aber auch hier kommt letzten Endes alles auf die richtige Wahl der zusammenpassenden Holzarten an. Wird die flachwurzelnde Fichte mit der tiefwurzelnden Eiche gemischt, so ist die Wirkung auf trockneren Böden doch ungünstig, weil die Fichte das ganze Niederschlagswasser abfängt, so daß die Eichen trocken-spitzig werden. Die Zersetzung der Fichtennadelstreu wird wohl durch das Eichenlaub beschleunigt, aber nicht umgekehrt. Recht oft liegt in Mischbeständen der Fall so: Die eine Holzart verbessert die Verhältnisse in gewisser Richtung, die andere drückt sie dagegen herab. Trotzdem kann aus der Verbindung doch noch ein anderer allgemeiner Vorteil hervorgehen!

Am zweifelhaftesten und am meisten umstritten sind die Massen- und Wertleistungen der Mischbestände gegenüber den reinen.

Da diese Frage von größter Wichtigkeit für die Wirtschaft ist, sind hierüber eine ganze Reihe von Untersuchungen angestellt worden, die aber schon grundsätzlich so viel Schwierigkeiten und Fehlerquellen bieten, daß ein eindeutiges Ergebnis bisher noch nicht herausgekommen ist. Meist fehlt es überhaupt an vergleichsfähigen Misch- und Reinbeständen in gleichem Alter und gleicher Lage. Man ist daher auf den Vergleich der Mischbestandsmassen mit den Durchschnittszahlen der Ertragstafeln für Reinbestände angewiesen, ohne zu wissen, ob diese im vorliegenden Fall für den Reinbestand auch wirklich ganz zutreffend sein würden.

Untersuchungen dieser Art in Preußen¹ für die verschiedensten Formen der Mischung von Kiefer, Fichte, Buche und Eiche, in Hessen² für Buche, Eiche und Kiefer und in Württemberg³ und in der Schweiz⁴ für die vorgenannten Holzarten und Tanne haben bald ein Mehr, bald ein Weniger, vielfach auch nur ein Gleichbleiben von Vorrat und Zuwachs ergeben. Im allgemeinen wird man von vornherein nur eine Erhöhung der Leistung erwarten können, wenn eine massenreichere Holzart zu einer massenärmeren tritt, ohne daß beide sich stärker beeinträchtigen, wie das besonders in der wertvollen Mischung eines massenreichen Schattenholzes zu einem massenärmeren Lichtholz, z. B. der Buche zur Kiefer, der Fichte oder Tanne zur Kiefer oder Lärche u. a. m., der Fall ist. Manchmal ergibt sich auch ein Vorteil, indem die eine Holzart früher im Zuwachs nachläßt als die andere, die dann die Erzeugung auf der Fläche noch lange hochzuhalten vermag. Solche Fälle sind besonders für die Mischung der Kiefer mit der Fichte in Ostpreußen und Schlesien von Schwappach beobachtet worden.

Bezüglich der Werterhöhung liegen die Verhältnisse ähnlich. Da, wo große Unterschiede im Einheitspreis vorhanden sind, wie z. B. bei der Eiche oder Esche gegenüber der Buche, wird eine Einmischung in geeigneter Form sicher werterhöhend wirken, selbst wenn die Massenleistung nicht erhöht wird, sondern nur annähernd gleichbleibt. In anderen Fällen, wo die Preise mehr gleich sind, wie etwa bei der Lärche gegenüber der Fichte, wird dies zweifelhaft sein.

Es fehlen uns in allen diesen Fragen tatsächlich noch alle sicheren Grundlagen, und die Wirtschaft wird sich hier von Fall zu Fall mehr nach allgemeinen Gesichtspunkten zu richten haben und sich auf ein fein abwägendes Gefühl verlassen dürfen. So wird es immer richtig sein, die waldbaulich besonders ungünstigen Reinbestandsformen der Fichte (Rohhumusbildung) und der Kiefer (Bodenverwilderung) überall zu vermeiden, wo Klima und Boden die Einbringung von Mischholzarten ermöglichen. Noch mehr Gewicht ist darauf zu legen, daß vorhandene Mischbestände richtig gepflegt und erhalten werden. Hieran hat es in der früheren Zeit entschieden gefehlt, und hier trägt auch unleugbar der Kahlschlag auf großer Fläche und die schablonenhafte Reinkultur, die ihm folgte, einen großen Teil von Schuld. Dies trifft aber nicht nur auf die nordostdeutsche Kiefernwirtschaft zu, sondern ebenso auch auf die west- und süddeutschen Verhältnisse, wo der reine Fichtenbestand in großem Umfang an die Stelle früheren Mischwaldes oder reiner Buchenbestände getreten ist.

Wald- und Bestandstypen. Nach dieser allgemeinen Übersicht und Bewertung der Bestockungsformen werden wir uns der Betrachtung der einzelnen Bestände je nach Holzart und Mischungen zuzuwenden haben. Diese Bestandsformen sind nichts Zufälliges. Sie sind in der Natur gegeben durch den Standort. Ihre Entwicklung und ihre wirtschaftlichen Leistungen stehen in Abhängigkeit von den Bedingungen dieses Standorts. Das führt uns zunächst zu der Frage der sog. Wald- oder Bestandstypen.

Wir haben im ersten Teil schon gesehen, daß der Wald in den verschiedenen Klimazonen der Erde einen mehr oder minder bestimmten Typ annimmt. Wenn

¹ Schwappach: Untersuchungen in Mischbeständen. Z. f. Forst- u. Jagdwes. 1909, S. 313; 1914, S. 472ff.

² Wimmenauer: Zur Frage der Mischbestände. Allg. Forst- u. Jagdztg. 1914, S. 90.

³ Bühler: Waldbau, Bd. 2, S. 233. — Dieterich: Beiträge zur Zuwachslehre. Die Mischwuchsfrage. Silva 1923, S. 193. — Untersuchungen in Mischwuchsbeständen. Mitt. württemb. forstl. Versuchsanst. Tübingen. 1928.

⁴ Burger, H.: Reine und gemischte Bestände. Z. f. Forst- u. Jagdwes. 1928, S. 100.

man nun innerhalb eines engeren Klima bezirks die Zusammensetzung und Ausformung des Waldes in ihrem Wechsel durchmustert, so finden sich Unterschiede, die neben lokalklimatischen Einflüssen hauptsächlich vom Boden bedingt erscheinen. Diese Unterschiede zeigen sich aber nicht nur in der Bestandsbildung durch verschiedene Holzarten, obwohl dies am augenfälligsten ist, sondern wir finden solche auch im Höhenwuchs, in der Stammstärke und Stammzahl, ja sogar in der Ästigkeit, Holzgüte, der Widerstandsfähigkeit gegen Schädigungen und Erkrankungen und schließlich auch in der begleitenden Strauch-, Kräuter- und Bodenflora. Bei aufmerksamer Beobachtung und Vergleichung finden wir nun, daß gewisse derartige Typen sich an gewissen Stellen immer wiederholen. Solche verschiedenen Typen bildet z. B. im nordost-deutschen Diluvialgebiet einmal der langsamwüchsige, kurzschäftige und frühzeitig abgewölbte Kiefernbestand mit Renntierflechte als Bodenüberzug, andererseits der raschwüchsige, langschäftige, aber vielfach ästige und grobwüchsige Kiefernbestand mit eingesprengter Buche und mit Himbeere, Süßgräsern u. a. m. im Unterstand. Ersteren Typ treffen wir immer wieder auf den trocknen Rücken der Binnendünen, letzteren auf den Sandern im Vorgebiet der Endmoräne. Oder im Buchengebiet Westdeutschlands: Auf guten, anlehmigen Buntsandsteinböden finden wir die Buche in Mischung mit der Traubeneiche, auch bei lockerem Schluß meist ohne Strauchunterstand, aber mit Waldmeister, Anemone, Sauer- klee. Auf lehmigem Muschelkalk gesellen sich zur Buche gern Esche und Ahorn, eingesprengt auch die Elzbeere und die wilde Kirsche. Im Unterstand wachsen *Cornus*, *Evonymus*, *Acer campestre*. Eine besonders üppige Bodenflora von *Hepatica*, *Asperula* mit eingesprengten Orchideen und Schmetterlingsblütlern bildet die Kräuterschicht. Diese nur grob herausgegriffenen Beispiele ließen sich beliebig vermehren. Sie sollen nur zeigen, was man sich unter einem Waldtyp vorzustellen hat.

Im allgemeinen deckt sich dieser neuere forstliche Begriff mit dem, was man in der Pflanzensoziologie als Assoziation bezeichnet und nach der führenden Leitpflanze möglichst noch unter Befügung der besonders wichtigen Begleitflora benennt, z. B. den Kiefern- typ auf trockenem Dünen sand: *Pinetum silvestris cladinosum* u. dgl.

Die Waldtypenlehre geht also von der Auffassung aus, daß bei einem bestimmten Klima, wobei nicht nur an das Makroklima, sondern auch an das Mikroklima auf kleinstem Raum zu denken ist, und bei bestimmtem Boden, wobei nicht nur der Mineralstoffgehalt, sondern auch Korngröße, Durchfeuchtung, Durchlüftung u. a. m. zu berücksichtigen sind, sich immer eine bestimmte Waldform nach Holzartenzusammensetzung, Wuchs, Begleitflora usw., eben der Typ, herausbilden muß, daß also da, wo gleiche Typen vorliegen, auch gleiche Standortsverhältnisse vorhanden sind. Jeder Wechsel des Typs würde auch einen Wechsel der Standortsbedingungen anzeigen. Selbstverständlich können wir eine solche Gesetzmäßigkeit nicht in dem vom Menschen stark beeinflußten Wirtschaftswald erwarten, wo u. U. durch künstlichen Anbau standortsfremder Holzarten, aber auch durch Schlagführung, Bodenbearbeitung u. a. m. der Bestands- und Bodencharakter stark verändert worden ist, sondern im allgemeinen nur im unbeeinflußten Natur- oder Urwald.

Auch dort wird es vielleicht immer noch Ausnahmen geben, die durch unvollkommene Einwanderung einzelner Arten an ihren jetzigen Verbreitungsgrenzen, durch gewisse Zufälligkeiten bei der Besiedelung durch besonders kampfkraftige Arten, vorübergehend auch durch Insektenschäden, Waldfeuer, Sturmkatastrophen u. a. m. hervorgerufen sein können. Allerdings scheinen derartige Zufälligkeiten sich im Laufe der Zeiten immer auszugleichen. Der nach Waldbrand entstehende Übergangstyp von Birke und Aspe wird langsam wieder von den ursprünglichen Holzarten verdrängt. Ähnliches vollzieht sich auch

in unserem Wirtschaftswald. In den nach Laubholz begründeten Kiefernwald wandert die Buche und Eiche, vom Häher verschleppt, langsam wieder ein. Die Natur scheint tatsächlich überall einem bestimmten, konstanten Waldtyp zuzusteuern. Ob dies ausnahmslos zutrifft, ist schwer zu entscheiden, und wird auch von Pflanzenökologen teilweise bestritten.

Trotz mancher berechtigten Zweifel ist aber im großen und ganzen die Gesetzmäßigkeit der Zusammenhänge überwältigend groß. Jede Lehmsinsel im Sandgebiet zeigt das Auftreten von Laubholz mitten im großen Kiefernwald. Und mit der Buche ist auch gleich die zugehörige Bodenflora da (Leberblümchen, Hasenwurz, Waldmeister, Buchenfarn u. a.), obwohl die nächste Insel vielleicht kilometerweit entfernt ist. Wo im westlichen Buchengebiet Kalk die Grundlage bildet, da treten sogar solche Seltenheiten wie die Eibe und die Frauenschuhorchidee immer mit einer gewissen Regelmäßigkeit auf. Man muß wirklich oft staunen, mit welcher Sicherheit die Natur bei der Verbreitung arbeitet, und man fragt sich vergebens, wodurch eine solche eigentlich bei so weit getrennten Standorten erreicht wird. Natürlich fehlt auch gelegentlich einmal eine Pflanzenart, die zur Assoziation gehört, und ebenso kommt auch einmal eine fremde Art darin vor. Aber solche Fälle scheinen im großen und ganzen doch nur Ausnahmen von der Regel zu bilden.

Die große Bedeutung der Waldtypen in forstlicher Beziehung liegt darin, daß sie uns ökologisch gleichwertige Einheiten bieten, die nicht nur gleiche Nutzungsmöglichkeiten (Massenleistung und Holzqualität) besitzen, sondern die auch in bezug auf Verjüngung, Erziehung, Bodenpflege und sonstige Wirtschaftsmaßregeln eine bestimmte gleichmäßige Behandlung ermöglichen. Mit Recht hat man darauf hingewiesen, daß die Bonitäten unserer Ertragstafeln nach dieser Richtung hin sehr willkürlich und unvollständig sind. Ein Kiefernbestand V. Bonität kann sowohl auf einem nassen Hochmoor wie auf einem trockenen Dünenkopf stocken; ein Buchenbestand bester Bonität auf Muschelkalk wie auf Buntsandstein. Die waldbauliche Behandlung aber muß in jedem Fall eine ganz andere sein. Die Bonitäten der Ertragstafeln sind aber in erster Linie auch nur Ertrags- und nicht Standortsklassen. Freilich fällt beides in vielen Fällen doch auch bis zu einem gewissen Grade zusammen. In der Praxis wird es bisher mehr oder minder immer zusammengeworfen.

In der Grundauffassung, daß nur der richtig erfaßte Waldtyp die natürliche Wirtschaftseinheit mit gleichen Standortbedingungen, waldbaulichen, technischen und Ertragsverhältnissen darstellt, sind sich wohl alle Vertreter dieser Lehre heute einig. Ein Unterschied besteht nur in der Art und Weise, wie der Typ zu erkennen und festzulegen ist. Prof. Morosow¹, der Begründer der Waldtypenlehre in Rußland, will ihn durch Klima, Boden und Untergrund bestimmt wissen. Klimazone und Waldgebiet bilden die Haupteinteilung, im Waldgebiet entscheidet dann lokale Lage, Boden und Untergrund.

So gibt er z. B. für die südrussische Waldsteppe als zwei Typen an: den Eichen-Eschen-Bestand auf degradiertes Schwarzerde auf hoch gelegenen Waldinseln in der Steppe und den Kiefern-Eichen-Bestand auf ebensolcher degradiertes Schwarzerde, die aber über Lehmsand und auf der Übergangzone von den tief gelegenen Wiesenterrassen zur Hochfläche liegt.

Noch etwas weiter in der Differenzierung geht A. von Kruedener², der auch die feineren physikalischen Bodenverhältnisse, wie Durchfeuchtung, Durchlüftung und die Schichtenbildung im Boden bei seiner Einteilung berücksichtigt und dadurch zu einer sehr vielseitigen, aber auch sehr verwickelten Typenbildung kommt.

Da aber für den praktischen Gebrauch eine kurze Bezeichnung notwendig erscheint, so benutzen beide, Morosow wie Kruedener, die in der russischen Volkssprache hierfür eingebürgerten Namen, die eine reiche Abstufung zeigen, die ebensowohl von der engen Verbundenheit dieses Volkes mit dem Naturwalde wie auch von einer sehr feinen Beobachtungsgabe zeugen. So unterscheidet es z. B. die „weiße Heide“ (Kieferntyp mit *Cladonia*), die „Grünmoosheide“, „Heidekrautheide“, die „Ramenji“, von Kruedener mit „Lehme“ über-

¹ Morosow: Die Lehre vom Walde, S. 326.

² Kruedener, A. v.: Waldtypen. Neudamm 1927.

setzt, Lehminseln mit Fichte und Laubhölzern, und vieles andere mehr. In der deutschen Sprache fehlen entsprechende Ausdrücke¹. Die Übersetzungen Kruedeners (wie z. B. Anheide, gedüngte Heide, durchschlammte Lehme u. a.) muten uns fremdartig an und können uns keine rechte Vorstellung vermitteln.

In Finnland ist die Waldtypenlehre von Cajander² ausgebildet worden. Dieser benutzt zur Bezeichnung in der Hauptsache nur die Bodenflora, z. B. Oxalis, Myrtillus-, Vaccinium (vitis idaea)-, Cladonia-Typ u. a. m. Auf die bestandsbildende Holzart kommt es ihm hierbei nicht an. Der Myrtillus-Typ kann sich sowohl unter Kiefer wie Fichte oder Birke finden. Die stillschweigende Voraussetzung ist dabei, daß die Bodenflora allein den richtigen Ausdruck für die gesamten Bodenverhältnisse bildet. Wenn dies zuträfe, so hätten wir hierin ein sehr einfaches Mittel zur Erkennung und einen sehr bezeichnenden kurzen Ausdruck für den Typ.

Die umfangreichen Ertragsuntersuchungen von Ilvessalo³ haben für Südfinnland auf 467 Probeflächen jedenfalls eine sehr gute Übereinstimmung der Wachstumsleistungen mit den Cajander-schen Waldtypen ergeben, so daß diese heute dort für taxatorische Zwecke weitgehend benützt werden. Weitere Untersuchungen von Lönnroth⁴ über die Entwicklung der einzelnen Stammklassen (vorherrschende, herrschende, mitherrschende und unterständige Stämme) und ihr gegenseitiges Verhältnis auf den verschiedenen Typen haben nach seinen eigenen Worten ebenfalls „eine glänzende Bestätigung des Waldtypen-Bonitierungsverfahrens“ erbracht. Schließlich ist noch besonders bemerkenswert, daß auch bodenanalytische Untersuchungen⁵ im Kalk- und Stickstoffgehalt eine recht gute Übereinstimmung mit den Waldtypen zeigten, während dies für Kali und Phosphorsäure allerdings nicht zutrif. Zu beachten bleibt aber dabei, daß nur die obersten 20 cm untersucht wurden.

Gegen die Übertragbarkeit finnischer Typen auf unsere Verhältnisse sind aber vorläufig noch Bedenken geäußert worden⁶. Vor allen Dingen hat man darauf hingewiesen, daß in Finnland der Boden viel flachgründiger und einheitlicher ist als bei uns, daß auch die Holzarten dort alle viel flacher wurzeln, und daß daher die für Bodenflora und Baumbestand in Betracht kommenden Schichten mehr zusammenfallen. Es zeigen sich daher nicht solche Unterschiede wie bei uns, wo die tieferen Untergrundverhältnisse, wie Lehm-, Mergel- und Tonschichten oder Kiesbänke, Schotterlager oder auch schon der Wechsel von Feinsand und Grobsand für die Wurzeln der tief reichenden Waldbäume oft ganz andere Bedingungen schaffen müssen als für die Bodenflora. Rubner⁷ hat z. B. für die Wälder der Münchner Gegend feststellen können, daß die Fichte dort auf den flachgründigen Schotterböden nur den mittleren Ertragsklassen angehört, während sie auf den angrenzenden Hochterrassen auf tiefgründigem, aber schwerem und untätigem Boden die erste Bonität erreicht. Die Bodenflora aber ist umgekehrt auf den ersteren Böden besser (Oxalis-Typ) als auf den letzteren (Myrtillus-Typ). Auch Hartmann hat bei der Untersuchung von Kiefernböden in der Mark⁸ nicht immer ein Zusammenfallen von Höhen-

¹ Wir haben solche nur ganz spärlich, z. B. Aue, Schlenke, Bruch, Fenn, in Bayern Möser und Filze, im Schwarzwald Missen. Merkwürdigerweise alles für nasse Waldstellen. Für trockene etwa noch „Heide“ und „Kiefernkußeln“.

² Cajander: Über Waldtypen. Act. forestal. fennica 1909. — The Theory of Forest Types. Ebenda 1925.

³ Ilvessalo: Ertragstabellen für die Kiefern-, Fichten- und Birkenbestände in der Südhälfte von Finnland. Act. forestal. fennica 1920.

⁴ Lönnroth: Untersuchungen über die innere Struktur und Entwicklung gleichaltriger naturnormaler Kiefernbestände. Act. forestal. fennica 1925.

⁵ Valmari: Beiträge zur chemischen Bodenanalyse. Act. forestal. fennica 1921.

⁶ Vgl. hierzu die Vorträge von Rubner und Kruedener: Waldtypen und Forstwirtschaft. Jber. d. dtsh. Forstver. 1927.

⁷ Rubner: Die Bedeutung der Waldtypen für den deutschen Wald. Silva 1922.

⁸ Hartmann: Die Abhängigkeit der Höhenbonität und der Bodenflora der Kiefer vom Feinerdegehalt und Untergrund gewisser diluvialer Sandböden. Z. f. Forst- u. Jagdw. 1926, S. 226.

bonität und Bodenflorentyp feststellen können. Insbesondere war dies nicht bei wechselndem Grundwasserstand der Fall. Die Bodenflora zeigte dann zwar einen gewissen Unterschied in der Üppigkeit, aber im allgemeinen den gleichen Artenbestand, also denselben Typ, während der Höhenwuchs der Kiefer und die Ertragsklasse in weiten Grenzen schwankte. Besonders unzuverlässig scheinen sich bei uns Heidelbeere und Waldschmiele (*Aira flexuosa*) zu erweisen, die sich über recht verschiedene Ertragsklassen hinweg erstrecken. Auf jeden Fall würden wir im nordostdeutschen Kieferngebiet mit den Cajanderschen Typen auch gar

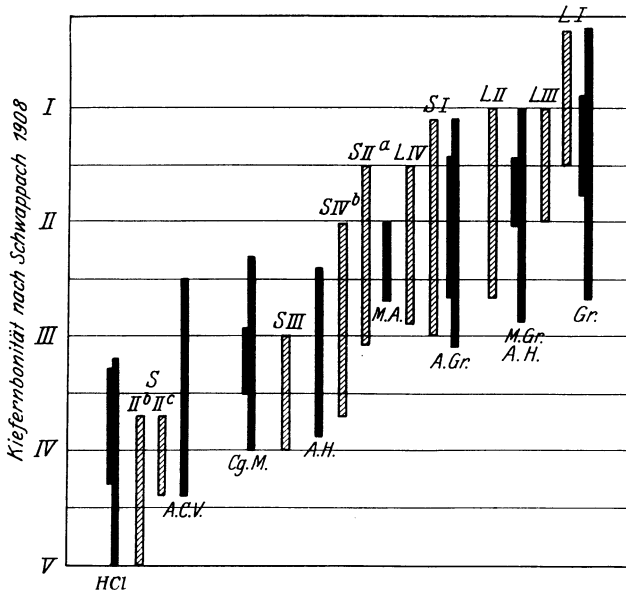


Abb. 122. Bodentypen und Bodenflorentypen märkischer Kiefernwaldungen in ihrer Variationsbreite innerhalb der Ertragstafelbonität. (Nach Hartmann.) Schwarz: Florentypen, verdickt: häufigstes Vorkommen. Schraffiert: Bodentypen. Die Typen, besonders die Florentypen, zeigen meist eine Breite über zwei Bonitäten hinweg! Erläuterungen: *HCl* = Hypnum-Flechten-Typ. *ACV* = *Aira-Calluna-Myrtillus*-Typ. *Cg.M.* = Segge-Beerkraut-Typ. *A.H.* = reiner *Aira-Hypnum*-Typ. *MA* = Blaubeere mit *Aira fl.*, ohne Süßgräser. *AGr* = *Aira-Süßgras*-Mischtyp. *MGr AH* = Blaubeere mit Süßgräsern, *Aira* und Hypnum. *Gr* = reiner Süßgras-Typ mit Kräutern. *S* = Sandböden. I. Geröll-, kalk- und kolloidreich. II. Grobsande mit kalkreichen Schichten im Untergrund. a) Kahlenberger Typ, b) Trockengebiet Breitelege, c) Hegermühler Grobsande mit 1. Waldgeneration. III. Kalk-schluff- und kolloidarme Feinsande. IV. Sandböden mit wechselnden Schichten. b) Feinsandschichten mit kalkreichen Grobsand- und Kiesschichten. *L* = Lehm Böden. I. milder, tiefgründiger Lehm. II. strenger Lehm, oberflächlich oder höchstens bis 0,80 m tief anstehend. III. wie vor, aber erst unter 0,80–3,00 m anstehend. IV. Lehm erst unter 3 m.

Bodenflora vom armen Hypnum-Flechten-Typ über den mittleren Blaubeer-*Aira*-Mischtyp bis zu dem reichsten Süßgras-Kräuter-Typ.

Vorläufig liegen auf den stark geschichteten Diluvialböden noch zu wenige Untersuchungen vor, um hier schon heute über die Brauchbarkeit und die Form der Typenbildung zu entscheiden. Nach den bisherigen Beobachtungen wird aber wohl auf den mehr einheitlichen und gleichgelagerten Böden, wie z. B. den Talsanden, die finnische Typenbildung nach der Bodenflora auch bei uns ihre Bedeutung haben, auf den mehr wechselnden Böden mit Lehm- und Tonunterlagerung oder fein- und grobkörnigen Schichten, starkem Kalkgehalt im Untergrund wie im Sandergebiet werden wir wahrscheinlich nur auf dem Wege genauer Bodenuntersuchungen, also mehr nach den russischen Typen, zu sicheren Ergebnissen kommen können. Für unsere flachgründigeren und nichtgeschichteten Gebirgsböden scheinen die Verhältnisse wieder günstiger für Anwendung der finnischen Typen zu liegen. Cajander

¹ Hartmann, F. K.: Kiefernbestandestypen des nordostdeutschen Diluviums. Neudamm 1928.

nicht auskommen. Bodenfloristische Arten, wie *Aira flexuosa*, *Calamagrostis epigeios*, *Pteris aquilina* u. a., sind bei uns auf weiten Gebieten tonangebend, fehlen aber in der finnischen Skala ganz oder werden nur nebensächlich berücksichtigt.

In seiner letzten größeren Arbeit über Kiefernbestandestypen¹ hat Hartmann eine sehr weitgehende Gliederung einmal nach verschiedenen Bodentypen und daneben auch nach Florentypen vorgenommen. Es zeigte sich bei beiden eine recht starke Schwankung, die sich meist über zwei Bonitätsstufen hinweg erstreckte (vgl. Abb. 122). Die Florentypen waren dabei noch etwas schwankender als die aus den Bodenverhältnissen abgeleiteten. Immerhin zeigte sich doch ein deutliches Aufsteigen der Bonitäten von den trockenen Grobsanden über die Feinsande zu den anlehmnigen Sanden bzw. Lehm im Untergrund und Hand in Hand damit auch ein Übergang der

hat ja s. Z. sogar hier seine Waldtypenstudien begonnen, und eine auf Anregung von Wiedemann neuerdings durchgeführte Untersuchung¹ in Fichtenbeständen des sächsischen Erzgebirges hat ebenfalls eine sehr gute Übereinstimmung mit den finnischen Typen ergeben. Ähnliches berichtet Rubner von Untersuchungen im bayrisch-böhmischen Grenzgebirge.

Die ganze Frage ist jedenfalls bei uns erst in der Entwicklung. Ihre allgemeine Bedeutung für den Waldbau ist aber unverkennbar.

Die Praxis wird trotzdem den hier berührten Dingen schon ihre Aufmerksamkeit zuwenden müssen. Bei Beobachtung von Wuchsunterschieden sollte man immer Vergleiche mit der Bodenflora anstellen oder tiefere Bodeneinschläge vornehmen und hierdurch sich Aufschluß darüber zu verschaffen suchen, ob Standortsunterschiede vorliegen, die zu berücksichtigen sind oder nicht.

3. Kapitel. Die hauptsächlichsten Reinbestandsformen des deutschen Waldes.

1. Der Kiefernbestand².

Verbreitung. Der Kiefernbestand hat seine natürliche Hauptverbreitung im norddeutschen Osten (Ostelbien), wo er oft in ganzen Waldteilen rein oder nur mit gelegentlicher und unbedeutender Einsprengung von Laubhölzern, hauptsächlich Birke und Aspe, auftritt. Mit Recht wird die Kiefer hier nach ihrer großen Verbreitung und ihrer Anspruchslosigkeit der „Brotbaum des Ostens“ genannt. Die größte Entwicklung zeigt sie auf den ärmeren und trockeneren Diluvialsanden, besonders den Talsanden, die von den Gletscherströmen oft weithin verfrachtet und dabei stark ausgewaschen worden sind. Aber auch auf groben und grandigen und daher meist durchlässigen und trockenen Hochflächensanden und auf den nachträglich aufgewehten Binnendünen des nordostdeutschen Diluviums finden sich reine Kiefernbestände in weiter Verbreitung. Große Waldgebiete, die noch den Namen „Heiden“ (= Kiehnheiden in alter Zeit) führen, sind heute ganz überwiegend mit der Kiefer bestockt und wahrscheinlich auch früher bestockt gewesen. (So z. B. die Tucheler Heide im Posenischen, die Landsberger, die Schorfheide in der Mark, die Dübener und Annaburger Heide in Sachsen, die großen Heiden in der Niederlausitz u. a. m.) In Nordwestdeutschland dürfte, abgesehen von der Altmark, der reine Kiefernbestand von Natur nur ganz einzelt vorgekommen sein. Heute ist er auch dort künstlich durch Aufforstung von Ödland und Heide weitverbreitet. Im gebirgigen Westdeutschland wird auch da, wo die Kiefer natürlich vorkam, meist eine Mischung mit Laubholz vorgelegen haben, in Süddeutschland war der Kiefernreinbestand wahrscheinlich ebenfalls selten (in der Rhein-Main-Ebene auf Sand und Kies und in der Nürnberger Gegend auf sehr armen Keupersanden). Wo die Böden anlehmig werden oder gar in reinen Lehm übergehen, da mischen sich sofort anspruchsvollere, aber auch schattenwerfendere Arten ein, wie besonders Buche und Fichte, und verdrängen die Kiefer dann mehr oder minder.

Bestandstypen³. Die geringsten und schlechtesten Formen zeigen sich auf Dünenrücken (auch Binnendünen) und auf sehr groben und durch-

¹ Kötz: Untersuchungen über Waldtyp und Standortbonität der Fichte im sächsischen Erzgebirge. Allg. Forst- u. Jagdztg. 1929, S. 41.

² Godbersen: Die Kiefer. Neudamm 1904. — Wiebecke: Ostdeutscher Kiefernwald, seine Erneuerung und Erhaltung. Z. f. Forst- u. Jagdwes. 1911, 1912, 1913 u. 1921.

³ Da abgeschlossene und gesicherte Untersuchungen im großen noch nicht vorliegen, stützen sich die hier geschilderten Typen nur auf allgemeine Beobachtungen. Im übrigen vgl. hierzu die Arbeit von Hartmann: Kiefernbestandstypen des nordostdeutschen Diluviums. Neudamm. 1928.

lässigen Sanden mit tiefem Grundwasserstand. Albert fand bei einem Gehalt von unter 10% Feinsand (Korngröße 0,2—0,02 mm) das Existenzminimum auch für diese sonst so genügsame Holzart.

Allerdings scheint nach den sehr eingehenden Untersuchungen von Hartmann auch die Berücksichtigung des Anteils der noch feineren Korngrößen (Schluff 0,02—0,002 mm und Kolloide unter 0,002 mm) in vielen Fällen notwendig zu sein, da ein geringer Mehrgehalt daran auch bei an sich niedrigem Feinsandanteil die Bestandesgüte gleich heben kann.

Sehr schlechte Bestände finden sich auch in den durch langjährige Streunutzung ausgeschundenen und auch sonst unpfleglich behandelten kleinen Bauernwaldungen des Ostens (Kiefernkusselfestände), sowie auf den ebenfalls durch Streuberechtigungen mißhandelten Böden der Pfalz¹.

Auf solchen Standorten V.(—IV.) Ertragsklasse erwachsen meist frühzeitig stockende Bestände, die im 100. Jahre nur Höhen von etwa 12 m aufweisen, kleine, dürrtig benadelte Kronen haben, die sich frühzeitig flach abwölben, und die an Stamm und Ästen starken Überzug von grauen Flechten zeigen. Bei lückigem Stand ist auch Krummschäftigkeit und Krummstädtigkeit herrschend, die bis zum strauchartigen, buschigen Wuchs gehen kann. Hieran ist nach eigenen Beobachtungen besonders der dauernde Befall durch Knospen- und Triebwickler schuld, die auf solchen Flächen offenbar besonders heimisch sind. Der Boden ist meist von grauen Renntierflechten (*Cladonia*-Arten) überzogen. Von Grünmoosen treten vorwiegend nur die ungünstigeren *Dicranum*-Arten (bes. *scoparium*), auch *Leucobryum* auf. Vielfach findet sich in dem Flechtenteppich in dünnem Gerank noch die Preiselbeere (*Vaccinium vitis idaea*), die mit ihrem glänzenden dunkelgrünen Laub, ihren rosa Blütenglöckchen und zur Fruchtzeit auch mit ihren leuchtendroten Beeren einen merkwürdigen Gegensatz zu dem öden Grau des Bodenüberzuges bildet. Der Graswuchs beschränkt sich auf besonders genügsame, an Trockenheit angepaßte borstige Angergräser, wie den Schafschwingel (*Festuca ovina*) und das grau bereifte Silbergras, (*Weingaertneria canescens*). Wo Streunutzung bis in die letzte Zeit stattgefunden hat, ist der Boden kahl und fest wie eine Tenne. Einen manchmal schon etwas besseren Grad zeigt ein häufiger und dichter, aber nicht allzu hoher Wuchs der Heide (*Calluna vulgaris*) an. In vielen Fällen scheint das Auftreten der Heide aber auch eine Lichtfrage zu sein, da sie sich nur auf Lücken und Blößen einstellt, im Bestandesschirm aber kümmert oder ganz fehlt.

Auf den mittelguten Typen hebt sich der Wuchs schon bedeutend. Auf Ertragsstufen III. Bonität werden mit 100 Jahren schon Höhen von 20 m erreicht. Dies sind nach Albert u. a. die Sandböden mit 20—30% Feinsandgehalt, nach Hartmann auch Fälle, in denen etwas Schluff- oder Kolloidbeigabe, kalkreichere Schichten im Untergrund oder ein nicht zu tiefer Grundwasserstand (vielleicht 3—4 m) fördernd einwirken. Auf diesen mittleren Stufen ist der Wuchs des Holzes nicht zu rasch, die Neigung zur Ästigkeit noch nicht groß. Hier erwächst unter der Voraussetzung entsprechenden Alters oft gutes Schneidholz. Besonders scheint das dort der Fall zu sein, wo im tieferen Untergrund Lehm ansteht, der erst im späteren Alter erreicht wird oder doch erst dann recht wirksam wird und die Jahrringbreite noch lange auf gleichmäßigem Stand hält (ostpreußische, aber auch sonstige Standorte in Ostelbien mit berühmtem, feiningem und kernigem Schneidholz, z. B. als ostpreußische Kiefer, polnische Kiefer u. a. im Holzhandel bekannt). Auf diesen mittleren Gütestufen finden sich im Unterstand meist schon Sträucher ein, und zwar vor allem der Wacholder und die Eberesche, ersterer oft auf weiten Flächen tonangebend und

¹ Rebel: Heidekrankheit reiner Föhrenbestockung auf Trockeninseln. Waldbauliches aus Bayern Bd. I, S. 89, 1922.

bisweilen bis zu mehreren Metern hoch (sogenannte Kaddick-Heide in Westpreußen) (Abb. 123). An Stelle der Flechten und kurzrasigen Polstermoose *Dicranum*, *Leucobryum* finden sich weitverbreitet *Hypnum*- und *Hylocomium*-Arten, so das überaus gemeine *Hypnum Schreberi* und eingesprengt *H. purum*; in gewissen Gegenden scheint *Hylocomium splendens* tonangebend zu sein. Von Gräsern tritt am häufigsten die ebenfalls borstblättrige Waldschmiele (*Aira flexuosa*) auf, deren feine Blütenrispen den Boden weithin mit einem dichten feinen Schleier überziehen. An anderen Stellen ist es dagegen die Blaubeere (*Vaccinium Myrtillus*), die große Flächen mit ihrem kurzen Gesträuch vollständig abdeckt. Es sind also drei Hauptleitpflanzen, die bei uns die mittleren Ertragsstufen der Kiefer wechseln begleiten: *Hypnum*, *Aira flexuosa* und die Blaubeere, wobei allerdings die *Hypnum*-Moose auch in den beiden letzteren Typen als Mischbestandteil immer recht verbreitet sind, aber durch das höhere Gras und Beerkraut meist verdeckt werden.

Wodurch das Auftreten des einen oder anderen Typs ursprünglich bedingt wird, und inwiefern auch der Kiefernbestand danach bestimmte Verschiedenheiten in Wachstum und Ertrag aufweist, darüber sind wir bei uns noch nicht recht unterrichtet. Es scheint auch schwer hier eine Erklärung zu finden, da die Schwankungsbreite gerade bei *Aira flexuosa* und *Vaccinium Myrtillus* nach den Hartmannschen Untersuchungen recht groß zu sein scheint¹.

Eine besondere Rolle spielt der Adlerfarn (*Pteris aquilina*), der meist nur kleinflächenweise in Gruppen und Horsten auf den mittleren bis besseren Bonitäten vorkommt. Gegen den Ostseeküstenrand aber wird er auf weiten Flächen herrschend und entfaltet dort auch einen besonders üppigen Wuchs (oft noch über 2 m hoch). Auch das Landschilf, gemeinhin, wenn auch fälschlich, Segge genannt, *Calamagrostis epigeios*, tritt ebenfalls gegendweise ganz verschieden stark auf. In manchen Revieren kommt es nur zerstreut in kleineren und größeren Horsten vor, in anderen auf riesigen zusammenhängenden Flächen, die dann der



Abb. 123. Kiefernaltholz in der Oberförsterei Eberswalde, etwa 100 bis 120jährig, auf mittlerer bis besserer Bonität. Reichlicher Wacholderunterstand, vorn rechts einige ältere Anflugkiefern. Aufn. von Japing.

¹ Das gleiche haben für beide Bodenpflanzen auch die Untersuchungen von Kötze in Sachsen bei Fichtenbeständen gezeigt (vgl. das.).

Kultur die schwersten Hindernisse bieten, während merkwürdigerweise im späteren Bestandesalter trotz des dichten Filzes von Stolonen und den vielen feinen, bis über 1 m in die Tiefe gehenden Faserwurzeln eine merkbare Beeinträchtigung des Baumwuchses bisher nicht beobachtet ist.

Auf den besten Ertragsstufen (I.—II. Bonität) geht der Höhenwuchs der Kiefer im 100jährigen Alter schon bis zu 25—30 m herauf. Die Kronen sind groß und dicht und wölben sich in diesem Alter noch nicht beträchtlich ab. Die Bestattung ist meist stark, die Seitenäste werden nur langsam und schwer abgestoßen, die Qualität des Holzes ist vielfach grob und entspricht nicht immer der hohen Massenleistung. Hierher rechnen besonders die stark anlehmigen und lehmigen Böden oder solche, unter denen Lehm oder Mergel nur sehr flach (etwa 0,50 m) ansteht. Etwas besser in der Holzqualität scheinen die frischen, feinsandreichen Sandböden zu sein, bei denen nach Albert mit etwa 40% Feingehalt auch schon Hölzer der I. Ertragsklasse erreicht werden.

In den meisten Fällen sind reine Kiefernbestände auf lehmigen Böden nur Kunstgebilde, häufig nur aus Reinanbau nach Laubholz entstanden, das durch frühere wilde Ausplenterung zur Räumde geworden war. Meist mischen sich sehr bald die Laubhölzer, auf den geringeren Stufen noch unterständig, auf den besten schon mitwüchsig, in den Kiefernhauptbestand wieder ein.

Der Strauchunterstand ist reichhaltiger. Neben Wacholder findet sich besonders an Bestandesrändern und in Lücken gelegentlich Weißdorn, Schlehdorn, wilde Rose, Haselnuß, besonders aber immer viel Himbeere und auch Brombeere. In der Gras- und Krautschicht treten die Moose und Beersträucher stark zurück. Dagegen herrschen zahlreiche breitblättrige sogenannte Süßgräser (*Holcus*, *Brachypodium*, *Aira caespitosa*, *Anthoxanthum* u. a.), Simsen (*Luzula*). In diese Grasdecke eingestreut finden sich viele Kräuter, unter denen besonders die Walderdbeere und der Sauerklee bezeichnend sind.

Eine verhältnismäßig geringe Rolle spielen im nordostdeutschen Flachland die Kiefernbestände auf Hochmoor. Erst im äußersten Nordosten (Ostpreußen) beginnen diese stärker hervorzutreten und nehmen dann weiter nach Osten (Baltikum, Polen und Rußland) und ebenso auch nach Norden (Finnland und Schweden) an Häufigkeit und Wichtigkeit zu. Bei uns sind derartige Flächen meist klein. Sie sind dann von sehr geringwüchsigen, teilweise sogar krüppelhaften Kiefernbeständen IV. und V. Bonität bewachsen und spielen wirtschaftlich auch wegen ihrer Unzugänglichkeit und erschwerten Nutzungsmöglichkeit selten eine Rolle. Die Bodenflora ist die charakteristische der norddeutschen Hochmoore (Sphagnum-Moose als Hauptbestand, Moosbeere (*Vaccinium oxycoccus*), Wollgras- (*Eriophorum*) Arten, der Sumpfporst (*Ledum palustre*) u. a. m.

Entwicklung des Bestandes. Der reine Kiefernbestand entsteht heute und schon seit vielen Jahrzehnten in Deutschland ganz überwiegend aus künstlicher Begründung, auf den sehr gras- und beerkrautwüchsigen Böden und auf den leichtesten, vor dem Winde wehenden Sanden meist durch Pflanzung, im übrigen aber hauptsächlich aus Saat (Abb. 124). Die Naturverjüngung ist heute meist nur auf wenige Stellen beschränkt, an denen sie sich williger zeigt, als das im allgemeinen der Fall ist. Zum Teil sind das nur einzelne Bestände in größeren Revieren, die sonst mit Kunstverjüngung arbeiten, zum Teil aber auch ganze Gegenden, in denen eine solche Verjüngungsfreudigkeit im allgemeinen stärker hervortritt.

Berühmt geworden ist hier insbesondere durch die Dauerwaldbewegung die Kiefernaturverjüngung in Bärenthoren bei Zerbst (Privatforst des Kammerherrn von Kalitsch) (vgl. Abb. 246). Auch die dortigen umliegenden anhaltinischen Forsten, besonders das angrenzende Revier Nedlitz, zeigen ähnliche, wenn auch nicht ganz so vollkommene Verjüngungsbilder. Wie Wiedemann¹ angegeben hat, scheint sich ein ganzes solches Gebiet mit starker

¹ Wiedemann: Die praktischen Erfolge des Kieferndauerwaldes, S. 36. — Die Kiefernaturverjüngung in der Umgebung von Bärenthoren. Z. f. Forst- u. Jagdwes. 1925, S. 269.

Anflugreudigkeit der Kiefer noch westlich bis in die Altmark (Letzlinger Heide, Privatforst Weteritz¹) zu finden. Darüber hinaus wurde kürzlich auch aus der Gegend südlich von Celle² von einer regelmäßigen Naturverjüngung der Kiefer in dortigen Waldungen berichtet. Ebenso scheinen auch in Ostpreußen und Oberschlesien teilweise günstigere Verhältnisse zu bestehen. Allerdings handelt es sich dort z. T. schon um Mischbestände mit Fichte und Tanne, ebenso wie in den durch Rebel³ bekanntgewordenen großen Kiefernaturverjüngungen in Niederarnbach in Bayern, wo die meist unterständige Fichte den Boden bis zur Verjüngung reinhält. Unverkennbar sind die Bedingungen für die Naturverjüngung in den Ländern nördlich und östlich von Deutschland auch heute noch viel günstiger als bei uns. In manchen Teilen von Polen und Rußland, in Finnland und Schweden vollzieht sie sich heute noch spielend leicht, während sie bei uns meist an den schon vor der Hiebsreife vorhandenen verfilzten Bodendecken (Graswuchs und Beerkraut) und der schweren Gefährdung durch die Pilzschütte scheitert. Nur auf den Hypnum-Typen mit schwacher Gras- und Heidekrautbeimischung, wie sie z. B. auch in Bärenthoren und Umgebung vorliegen, und bei verhältnismäßig frühzeitiger Einleitung der Verjüngung in noch jungen Beständen gelingt sie leichter. Auch ist vielfach bei uns beobachtet worden, daß sie sich in Aufforstungsbeständen auf ehemaligem Ödland oder Acker gern zeigt, vielleicht auch hier wegen verhältnismäßig schwacher Entwicklung der Waldbodenflora. Solche Verhältnisse liegen z. B. in der größtenteils aus Aufforstung entstandenen Gutsforst Weteritz in der Altmark vor, wo in den Stangenhölzern oft jegliche Bodenflora fehlt, und der Gegensatz zu den alten Waldböden ganz scharf in Erscheinung tritt.

Schon Pfeil hat s. Z. auf das sehr verschiedenartige Verhalten der Kiefer in bezug auf die Naturverjüngung in Norddeutschland aufmerksam gemacht. Die mehrfachen späteren Versuche, die Naturverjüngung wieder allgemein durchzuführen, haben fast überall zu Mißerfolgen⁴ und zur Beibehaltung der sicheren Kunstverjüngung geführt.

Die Verhältnisse haben sich auch gegen früher zweifellos heute noch ungünstiger gestaltet, weil, wie Martin richtig hervorhebt, die „3 großen Bundesgenossen der Kiefernaturverjüngung“, Viehweide, Streunutzung und Waldfeuer, welche den hinderlichen Bodenüberzug im Zaum hielten, mehr und mehr aus dem Walde verschwunden sind. Außerdem müssen wir aber auch heute viel mehr aus dem Walde herausholen wie früher und viel mehr Wert auf astreines, in gleichmäßigem Schluß erwachsenes Holz legen. Deswegen müssen wir auch raschere und geschlossenere Verjüngungen fordern und können uns auf den schwierigeren Böden nicht auf eine langsame, oft lückige oder unregelmäßige Naturverjüngung einlassen, die selbstverständlich schließlich auch hier eintreten würde, wie sie vor Zeiten im Urwald vor sich gegangen ist.



Abb. 124. Gut gelungene 2jährige Kiefernfaat auf Wühlgrubberstreifen (Stadtförsterei Waren i. M.).

¹ Bericht über die 47. Versammlung d. märk. Forstver. in Gardelegen. Neudamm: J. Neumann.

² Ritter: Naturverjüngung der Kiefer usw. in der Oberförsterei Ütze. Z. f. Forst- u. Jagdwes. 1928, S. 725.

³ Rebel: Föhrennaturverjüngung bei Frhr. v. Pfitzen, Niederarnbach. Waldbauliches aus Bayern Bd. 2, S. 191.

⁴ Eingehende Darstellung hierüber und die umfangreiche Literatur gibt Wiedemann: Praktische Erfolge des Kieferndauerwaldes, S. 3ff.

Die Stammzahlen in der Jugend sind auch im künstlich begründeten Kiefernwald meist groß und müssen das auch sein wegen der unverkennbaren Neigung der Kiefer zur Sperrwüchsigkeit. Bei Saat stehen anfänglich wohl 50—100000 brauchbare Pflanzen auf dem Hektar, bei Pflanzung 10—20000 (dagegen bei Fichte meist nur 4—6000).

Ohne Störung ist der Jugendwuchs rasch (Abb. 125). Der Schluß tritt meist schon um das 10. Jahr ein.

Von den Jugendgefahren ist die schlimmste in ganz Norddeutschland die Pilzschütte (*Lophodermium pinastri*), die besonders auf den graswüchsigen Böden, in sehr dichten Saaten und örtlich in Mulden und Einsenkungen be-

sonders schwer und regelmäßig auftritt. Tödlich und große Lücken reißend wird sie zwar nur im 2. und 3. Lebensjahr. Im späteren Alter werden meist nur die an sich zurückgebliebenen und doch der Ausscheidung verfallenen Pflanzen vernichtet. In manchen Jahren tritt allerdings auch ein stärkerer Befall der Dickungen auf (sog. Dickungsschütte). Diese dürfte aber im allgemeinen nur eine zeitweilige Schwächung und einen Zuwachsverlust verursachen. Im rechtzeitigen und richtigen Bespritzen mit Bordeauxer Brühe haben wir zwar ein sicheres, aber leider auch ziemlich teures und umständliches Gegenmittel (Wasseranfuhr!).

Daß die Schütte in Naturverjüngungen und unter Schirm weniger stark auftreten soll, ist eine mehrfach geäußerte, aber durchaus unrichtige Behauptung, die ihren Grund wahrscheinlich nur darin hat, daß man solche Beobachtungen nur dort gemacht hat, wo besonders günstige Bedingungen für die Naturverjüngung (fehlende Verunkra-



Abb. 125. Gutwüchsige und gleichmäßig gelungene 5jährige Kiefersaat auf Pflugfurchen (Oberförsterei Eberswalde).
Aufn. von Japing.

tung) vorlagen, und wo aus den gleichen Gründen sich auch die Schütte nicht stark zu entwickeln pflegt. Die von Möller angeregten großen Versuche künstlicher Kultur unter Schirm in der Oberförsterei Freienwalde a. d. O. (Bez. Breitelege), meine eigenen Naturverjüngungsversuche am Nordsaum in Chorin und zahlreiche andere Erfahrungen haben immer wieder ergeben, daß die Schütte unter Schirm mindestens ebenso stark auftritt und wegen der zarteren und schwächeren Benadelung im Halbschatten sogar noch verderblicher wird als auf der Freikultur. Selbst in Bärenthoren, wo die Schütte im allgemeinen nicht oft und schwer auftritt, schütteten in einem der letzten Jahre doch fast sämtliche bis mannhohen Naturverjüngungen unter Schirm. In Schweden, in Finnland und wahrscheinlich ebenso in Rußland kennt man etwas Derartiges nicht. Prof. Hesselman, Stockholm, dem ich diese Erscheinungen an meinen Naturverjüngungsversuchen in Chorin zu zeigen Gelegenheit hatte, konnte sich nicht genug darüber wundern.

Neben der Schüttegefahr ist es der Graswuchs, der besonders auf den kräftigeren Böden ohne ein mehrmaliges und leider ebenfalls sehr teures Behacken in den ersten Jugendjahren die Kiefer oft bis zum Ersticken bringt. In trockenen

Jahren und auf trockenen Böden erfolgt besonders im ersten Lebensjahr oft ein massenhaftes Absterben durch Dürre. Der Engerling pflegt gewöhnlich nur auf großen Kahlschlägen oder bei vorausgegangener sehr verlichteter Bestockung (Räumden) zu allerdings sehr schweren Schäden zu führen. Der große braune Rüsselkäfer kann durch Käfergräben von den bedrohten Kulturen größtenteils abgehalten werden. Wurzelbrütende Hylesinen treten zwar manchmal auch stärker auf, doch sind große Schäden im allgemeinen selten. Hallimasch und *Pissodes notatus* töten meist nur einzeln oder nesterweise, Tortriciden und Wildverbiß verursachen durch Verlust der Gipfeltriebe häufig Mißförmigkeit.

Im Dickungs- und angehenden Stangenholzalter ist der Schluß unter normalen Verhältnissen ziemlich dicht, der Höhenwuchs ist lebhaft und erreicht seinen Höhepunkt. Jahrestriebe von 50—70 cm Länge auf besseren Standorten sind dann bei den führenden Bäumchen nicht selten. In diesem Lebensabschnitt ist der Bestand am bodenpfleglichsten. Das Beerkraut ist meist schon auf der Kahlschlagfläche zurückgegangen, Verheidung und Vergrasung tun dies erst nach eingetretenem Schlußstand. Das überall vorhandene Hypnum breitet sich jetzt stark aus und überzieht auf mittleren und besseren Standorten den Boden überall mit einem dichten Teppich. Freilich bleiben manche zähen Arten, wie *Aira flexuosa* und auch *Calamagrostis epigeios*, in meist kümmerndem und sterilem Zustand zwischen der Hypnum-Decke überall in Resten erhalten, um bei beginnender lichterem Stellung sofort wieder die Oberhand zu gewinnen.

Auf ärmeren und trockneren Böden treten vielfach nach anfänglich täuschendem leidlichen Wachstum schon jetzt oder im späteren Stangenholzalter Wuchsstockungen auf¹. Auf aufgeforsteten Acker- oder Ödlandsflächen beginnt das nesterförmige Absterben in Verbindung mit dem Auftreten des Wurzelpilzes (*Polyporus annosus*, primär oder sekundär?). Der Bestand tritt auf solchen Standorten in sein „kritisches Alter“ (Ramann), in dem durch die hohen Stammzahlen und die Größe der Nadel- und Reisigerzeugung die Leistungsfähigkeit aufs schärfste angespannt wird. Ebenso fängt schon im Dickungsalter der Befall durch den Kienzoppilz (*Peridermium Pini*) an, der meist an Seitenzweigen seine orangeroten Äcidienpolster aufbrechen läßt und



Abb. 126. Normal durchforstetes 50jähriges Kiefernstangenholz auf kräftigen Spatsanden (Oberförsterei Eberswalde). Bereits wieder starker Beerkrautwuchs. Aufn. von Japing.

¹ Rebel: Heidekrankheit reiner Föhrenbestockung auf Trockeninseln. Waldbauliches aus Bayern Bd. 1, S. 89. — Wittich: Beobachtungen über Wuchsstockungen der Kiefer. Z. f. Forst- u. Jagdwes. 1923, S. 679.

jetzt am besten durch Ausschneiden der befallenen Zweigteile und Verbrennen oder Vergraben derselben bekämpft werden kann.

Im späteren Stangenholzalder beginnt der Bestand bereits wieder lichter zu werden, was man an der raschen Zunahme der Bodenflora beobachten kann (Abb. 126). Man zögert oft bei der Durchforstung bei jedem Stamm, den man zu entnehmen hätte, weil man die Beschleunigung der Verunkrautung fürchtet. Trotzdem scheint in Fällen mit Wuchsstockungen und bei Ackertannenkrankheit eine Verminderung der Stammzahlen gerade jetzt besonders angezeigt, da vielfach damit eine Wiederbelebung des Wuchses

bzw. ein Aufhören des nesterweisen Absterbens beobachtet werden kann. Das kritische Alter scheint dadurch leichter und rascher überwunden zu werden.

Von Gefahren im Stangenholzalder ist besonders die weitere Verbreitung des Kienzopfes zu erwähnen, der nunmehr hoch an den Kronen sitzt, aber von unten an der auffälligen und ziemlich plötzlich eintretenden Rotfärbung einzelner befallener Zweige in den sonst frischgrünen Kronen im Juni-Juli zu erkennen ist. Von Insekten treten im Stangenholzalder besonders die Blattwespe (*Lophyrus pini*), der Spanner (*Bupalus piniarius*) und die Forleule (*Panolis piniperda*) periodisch bei großen Massenvermehrungen geradezu verheerend auf.

Im Haubarkeitsalter sind die reinen Kiefernbestände meist schon stark verlichtet. Neben der natürlichen Lockerheit der Baum-



Abb. 127. 120–140jähriges Kiefernaltholz auf gutem Boden mit reichlichem Wacholder- und vereinzelt Buchenunterstand. Durch Hallimasch, Kienzopf und Schwamm lückig, und auf den Lücken stark vergrast. Aufn. von Japing.

kronen und der starken Ausscheidung aller unterdrückten Stämme wird dieser Vorgang noch durch das mit höherem Alter zunehmende Auftreten von Kienzopf, Kiefernbaumschwamm (*Trametes Pini*) und Hallimasch (*Agaricus melleus*) verstärkt, die den Hauptanfall an den jährlich zu wiederholenden Trocknischieben liefern. Die normale Stammzahl nach den Ertrags tafeln wird daher sehr selten erreicht. Die meisten über 100jährigen Reinbestände haben nur noch einen Bestockungs- und Beschirmungsgrad von 0,7 (vgl. Abb. 127).

Die vollen Ertragsleistungen sind in der nordostdeutschen Tiefebene mit 100 Jahren etwa folgende¹:

¹ Nach Schwappach: Die Kiefer, 1908. In abgerundeten Zahlen.

Standortklasse	Stammzahl	Mittlere		Derbholz- masse fm	Gesamtzuwachs an Masse (Derbholz + Reisig) fm
		Höhe m	Durchm. cm		
I	350	28	34	430	900
III	500	20	27	280	600
V	1200	13	17	160	350

Im allgemeinen scheinen die Stammzahlen und Stammstärken in West- und Süddeutschland etwas höher zu liegen. Doch ist ein richtiger Vergleich wegen der abweichenden Durchforstungsmethoden und der verschiedenen Art der Ertragstafelberechnungen sehr schwierig.

Die Kronen wölben sich im hohen Alter immer mehr ab. Sie werden in den südwestlichen Standorten (Rhein-Main-Ebene) besonders flach bis schirmartig, im Nordosten (Ostpreußen) sowie im Gebirge, wo die Kiefer aber von Natur nur in Mischung mit Fichte und Tanne auftritt, bleiben sie spitzer und der Schaft ist mehr durchlaufend, in der mittleren norddeutschen Tiefebene finden sich viele Übergänge und Mischformen (vgl. auch Teil I, Kap. 15).

Von den Altersgefahren sind die dauernden und schleichenden Pilzkrankheiten Baumschwamm, Kienzopf und Hallimasch bereits genannt. Der Baumschwamm findet sich in West- und Süddeutschland äußerst selten, während die ostdeutschen Altbestände heute damit geradezu verseucht sind. Möller berechnete hier den Schaden, der in den preußischen Staatsforsten durch den Ausfall an Nutzholz in den schwammzersetzten Stämmen erfolgt, auf jährlich über 1 Million Mark. Die von Möller empfohlenen Gegenmittel (Ausrieb, Abstoßen der Pilzkonsolen und Bestreichen mit Teer) haben bisher einen deutlichen Erfolg nicht gezeitigt.

Unter den Insekten tritt als besonderer Altersfeind der Kiefernspinner (*Gastropacha Pini*) auf, der aber in seiner Schädlichkeit durch Leimringe wirksam bekämpft werden kann. Aber auch Kiefernspanner und Forleule greifen bei Massenvermehrungen immer auf die Althölzer über und haben, da durchschlagende Gegenmittel hier bisher fehlen, periodisch die furchtbarsten Verluste im deutschen Kiefernwald verursacht, wie z. B. die letzte und wahrscheinlich größte derartige Kalamität, der große Forleulenfraß in Norddeutschland in den Jahren 1922/23 in Ostpreußen und 1923/24 in Pommern, der Mark und Niederschlesien. Ob es gelingen wird, mit dem neuzeitlichen Mittel der Arsenbestäubung vom Flugzeug aus auch diese Insektengefahr zu bekämpfen, ist trotz mancher hoffnungsvollen Versuche noch ungewiß. Auch die Nonne (*Liparis monacha*), in der Hauptsache ein Fichtenschädling, hat öfter auch auf der Kiefer Massenfraß verursacht, der aber im allgemeinen hier nicht so starkes Absterben zur Folge hat. Im Gefolge der Raupenschäden finden sich dann meist noch die Borkenkäfer ein, die noch nach Erlöschen des Kahlfraßes ein mehr oder minder schweres Nachsterben bewirken. Der sog. Regenerations- und Ernährungsfraß des großen Waldgärtners (*Hylesinus piniperda*), der im Sommer die jungen Triebe aushöhlt, die dann abbrechen und nach Stürmen im Herbst als „Absprünge“ oft massenhaft den Boden bedecken, führt wohl auch zu Verlichtung der Kronen, zu Zuwachsverlusten und Verlust an Blütenknospen und Zapfchen. Hauptsächlich tritt dieser Schaden aber nur bei „unsauberer Wirtschaft“ (langes Liegenlassen ungeschälten Holzes im Walde) und in der Nähe von Holzablagen in Erscheinung, wo die bekannten, spindelförmigen und wie mit der Schere beschnittenen Baumkronen (Waldgärtner!) die Schädigung besonders auffällig zeigen.

Die Windwurfgefahr spielt dagegen bei der Kiefer wegen ihrer tiefen Pfahlwurzeln außer auf flachgründigen Böden (Ton, strenger Lehmuntergrund oder

moorige Böden) keine Rolle. Ebenso sind Schneebruchschäden außer in Mittelgebirgslagen selten. In fast allen Altern ist die Feuergefährdung wegen der leicht entzündlichen Bodendecke (Trockengräser, Heide) groß. Doch schadet ein Lauffeuer in älteren Beständen wegen der dicken Borke meist wenig, ja in manchen Fällen hat es sogar die Naturverjüngung begünstigt.

Im allgemeinen ist der reine Kiefernbestand während seines ganzen Lebens also von recht vielen und schweren Gefahren bedroht. Seine gerade damit oft in Zusammenhang stehende Verlichtung macht ihn in vielen Fällen recht wenig bodenpfleglich. Das Bestreben, von ihm immer mehr loszukommen und durch Unterbau und Einmischung des Laubholzes mehr gesicherte und bodenpfleglichere Bestände zu schaffen, ist daher überall begründet. Leider muß und wird das in manchen Fällen doch nur ein Ideal bleiben müssen, da auf den ärmsten und trockensten Sandböden, die es gerade am nötigsten hätten, die Einmischung von Schattlaubhölzern an der Schwierigkeit der Durchbringung und an deren Kosten scheitert. Immerhin sollte nichts unversucht bleiben, um die Grenze hier soweit wie möglich nach unten zu treiben. Es ist kein Zweifel, daß heute noch in Norddeutschland riesige Flächen von reinen Kiefernbeständen vorhanden sind, die unbedingt laubholzbeimischungsfähig wären.

2. Der Fichtenbestand.

Verbreitung. Von Natur ist der Reinbestand der Fichte in Deutschland wahrscheinlich viel beschränkter vorgekommen als bei der Kiefer. Er war sicher überall in der höheren Gebirgsregion, wo die Buche bzw. die Tanne nicht mehr vorkommt, die alleinige Form. Möglicherweise auch in Ostpreußen auf ausgesprochenen Lehm Böden, wo nur Kiefer und Birke, allenfalls auch Stieleiche in Frage kommen, die aber wegen ihrer Lichtbedürftigkeit rasch verdrängt werden mußten, während Tanne und Buche dort fehlen. Sonst ist eigentlich überall nachzuweisen, daß der reine Fichtenbestand nur ein Kunstprodukt und an die Stelle von ehemaligen Mischbeständen oder gar von reinem Laubwald getreten ist.

In welchem großen Umfang dies geschehen ist, konnte ich geschichtlich noch genau für den Südwestharz feststellen (vgl. Teil I S. 100). Ähnlich wird es auch anderswo gewesen sein. So sind z. B. in den Waldungen der Umgegend von München nach Rubner die heute ebenfalls reinen Fichtenbestände alle nur Kunsterzeugnisse an Stelle früherer Mischwälder mit Laubhölzern.

Künstlich ist dann auch der reine Fichtenbestand noch außerhalb des natürlichen Verbreitungsgebietes dieser Holzart in ganz Westdeutschland und Nordwestdeutschland bis hinauf nach Schleswig-Holstein angebaut worden. Im nordostdeutschen Tiefland zwischen Elbe und Weichsel fehlt er dagegen mit Ausnahme der Küstenstriche an der Ostsee und einzelner kleineren Anpflanzungen auf besonders feuchten Stellen (Schlenken, Bruch- und Seeränder) fast ganz.

Bestandestypen. Die geringsten und schlechtwüchsigsten Bestände V. und IV. Bonität finden sich nicht häufig und eigentlich nur auf besonders ungünstigen Standorten im Gebirge in Höhen, wo die Fichte noch allein vorkommt, da in tieferen Lagen und besonders in der Ebene dann gewöhnlich andere Holzarten an die Stelle der Fichte treten. In den Ebenengebieten von Schlesien und Ostpreußen geht z. B. die Fichte auf allen ärmeren und trockneren Standorten als Unterstand in den Kiefernwald. Hierdurch müssen die geringsten Typen verhältnismäßig selten vorkommen¹. Sie finden sich einmal in Hochlagen nahe

¹ Schwappach hat z. B. in seiner Ertragstafel für die Fichte 1902 in Preußen überhaupt nur 2 Probeflächen V. gegenüber 40 I. Bonität!

der Waldgrenze, teilweise auch auf Gebirgshochmooren, andererseits auf besonders flachgründigen und trockenen Köpfen und Rücken, auch auf sonnseitigen Hängen in mittleren Gebirgslagen. Die Höhen solcher Bestände im 100. Jahre sind meist nur 17—20 m, immerhin übertreffen sie damit aber doch die schlechtesten Kiefernstandorte noch um mehrere Meter. Die Durchmesser in Brusthöhe betragen etwa nur ebenso viele Zentimeter wie die Höhe Meter, die Benadelung ist auffallend kurz. Flechtenwuchs an Stämmen und Ästen ist auch hier wie überall in Zusammenhang mit langsamem Wuchs bezeichnend. In den feuchten Hochlagen nahe der Waldgrenze tritt besonders charakteristisch die Bartflechte (*Usnea barbata*) auf. Der Schluß ist dort sehr locker, der Boden meist von harten Riedgräsern (*Carex*-Arten, *Calamagrostis Halleriana* u. a.) überwuchert. Zwischen und an dem oberflächlich liegenden Gestein wuchern viele Dickmoose und große Flechten. Die Kronen sind vielfach von Wind und Schnee beschädigt, die trockenen Äste halten sich als Hornäste noch lange am Stamm. Der Wald hat ein greisenhaftes, graues und düsteres Aussehen (vgl. Abb. 17). Wirtschaftlich spielen derartige Bestände in Hochlagen kaum noch eine Rolle, wohl dagegen als Schutzwald. Ähnlich unwichtig sind die kümmernden Typen auf Gebirgsmooren. Eine größere Bedeutung haben aber die Trockenstandorte. Sie charakterisieren sich meist neben der geringen Höhe und Stärke durch kleine spitze Kronen, kurze und fahlgrüne, vielfach ins Gelbliche spielende Benadelung. Der Boden ist auch auf lichter Stellen nur mit Nadelstreu bedeckt. Von Bodenpflanzen treten Flechten (*Cladonia*-Arten) und die geringeren Moose (*Dicranum scoparium*, *Leucobryum glaucum*) auf. Die Blaubeere findet sich meist nur dünn, häufiger dagegen die Preiselbeere. Alle anspruchsvolleren Kräuter (vgl. die besseren Typen) fehlen. Bei längerer Freilage auf Lücken und besonders auf Kulturen entwickelt sich oft die Heide stark. Man hat diesen Typ daher auch Calluna-Typ genannt¹, obwohl diese Charakterpflanze im geschlossenen Bestand ganz fehlt. Das gilt aber auch für die besseren Typen bzw. dort noch viel mehr. Man kann daher die bezeichnende Bodenflora im Fichtenwald nur in gelichteten älteren Beständen oder auf Bestandeslücken feststellen, wie Kötz das bei seinen ausgedehnten Untersuchungen im sächsischen Erzgebirge getan hat.

Auf den mittleren Bonitäten, um die III. herum, erheben sich die Höhen und Stammstärken im 100jährigen Alter etwa auf 25 m und 27—28 cm. Hier tritt dann die Blaubeere stark hervor (*Myrtillus*-Typ Cajanders). Von den Moosen finden sich zwar noch die geringeren *Dicranum*-, aber häufiger auch schon die besseren *Polytrichum*- und *Hypnum*-Arten. Im Fichtengebirgswald treten *H. loreum* und *splendens*, auch andere seltenere Arten bezeichnender auf als *H. Schreberi* im Kiefernwald². Auch Farne sind eingemischt. (Kötz fand hier besonders regelmäßig *Aspidium spinulosum*, dem Wurmfarn (*A. filix mas*) ähnlich, aber mit dornspitzigen Fiederblättchen.)

Auf den besten Bonitäten gehen die Höhen im 100jährigen Alter bis auf 30 m und darüber, die Stammstärken auf 35—40 cm.

Auf diesen besten Böden findet sich bei Lichteinfall eine recht zahlreiche und üppige Flora. Von Sträuchern ist besonders der rotbeerige Holunder

¹ Cajander: Über Waldtypen Bd.1. Acta forestal.fennica. Helsingfors 1908. — Kötz: Untersuchungen über Waldtyp und Standortbonität der Fichte im sächsischen Erzgebirge. Allg. Forst- u. Jagdztg. 1929, S. 41 ff.

² Vgl. dazu Grebe: Zur Biologie und Geographie der Laubmoose. Hedwigia 1918. — v. Gaisberg: Moose als Standortswieser. Silva 1924, S. 73; dort auch ausführliche Literaturzusammenstellung.

(*Sambucus racemosa*) bezeichnend, aber auch Himbeere und Brombeere treten auf lichten Stellen (nur dort) reichlich auf. In der Bodenschicht tritt die Blaubeere sehr zurück, dafür findet sich reichlich und regelmäßig *Oxalis* mit einer größeren Anzahl von Stauden und Kräutern, wie *Galium saxatile*, *Majanthemum bifolium* u. a. Neben *Polytrichum*- sind unter den Moosen auch die empfindlicheren *Mnium*-Arten häufig zu finden, von Farnen treten mehr *A. filix femina* und die *Phegopteris*-Arten auf. (*Oxalis*-Typ nach Cajander.)

Auffällig ist auch ganz allgemein der Reichtum an Hutpilzen, besonders dem Steinpilz (*Boletus edulis*), ebenso ist für die Schlagflora, das hohe Hainkreuzkraut (*Senecio Fuchsii*), das Weidenröschen (*Epilobium angustifolium*) und der rote Fingerhut (*Digitalis purpurea*) charakteristisch, die auf mittleren und besseren Bonitäten die Schlagflächen in den ersten Jahren dicht überziehen und die kahlen Berghänge zur Blütezeit der beiden letzteren in ein leuchtendes Purpurrot tauchen. Nach eingetretenem Schluß verschwindet diese ganze Schlagflora aber wieder vollständig. In den Fichtenschlägen Süddeutschlands tritt das Seegras (*Carex brizoides*) oft alles überziehend und sehr verderblich für die Verjüngung auf. Es ist viel zäher wie die vorgenannten Arten und hält sich ähnlich wie im Kiefernwald *Aira* und *Calamagrostis* außerordentlich lange in Resten und Spuren, um bei Lichtung sofort wieder hervorzubrechen.

Entwicklung des Bestandes. Auch der Fichtenbestand entsteht heute überwiegend künstlich und meist in der Form der weitständigen Plätzepflanzung mit vierjährigen verschulten Fichten,



Abb. 128. Junger Fichtenaufwuchs, 8jährig, aus Plätzepflanzung in Quadratverband auf stark graswüchsigen Gebirgsboden (Harz bei Dreienannen-Höhne). Im Hintergrund und rechts gut bemantelte junge Stangenhölzer. Aufn. von Dengler.

als besonders sicher und widerstandsfähig erwiesen hat (Abb. 128). Doch ist die Naturverjüngung auch im reinen Fichtenbestand, freilich mehr dort, wo ihr Tanne und Buche beigemischt sind, nie ganz abgekommen. Besonders in Süddeutschland finden wir sie noch häufig. Sie ist auch zweifellos da, wo keine besondere Sturmgefahr für den Schirmbestand besteht, oder wo diese durch geeignete Schlagführung beschränkt werden kann, viel aussichtsvoller und wirtschaftlich eher durch-

zuführen als bei der Kiefer, wo der schon im Altbestand vorhandene Graswuchs und die stete Schüttegefahr viel schwerere Hindernisse bieten. Man ist daher in der Neuzeit auch wieder bemüht, der Fichtennaturverjüngung mehr Feld zu gewinnen. Auch in Norddeutschland (Harz, Thüringer Wald, Erzgebirge, Ostpreußen und Schlesien) werden verschiedentlich dahingehende Versuche gemacht, die hier und da auch schon zu guten Ergebnissen geführt haben. Jedenfalls findet man bei der Fichte auf Lücken, an Bestandsrändern und an Wegeböschungen recht oft so dichte Jungwüchse, daß man bei ihr

ganz allgemein eine viel höhere Anflugfreudigkeit und Verjüngungswilligkeit feststellen kann als bei der Kiefer. Trotzdem wird die künstliche Kultur auch in der nächsten Zeit wohl immer noch die häufigere Methode in der großen Praxis bleiben. Die Individuenzahl auf der Verjüngungsfläche ist je nach der Art der Entstehung sehr verschieden. Naturverjüngungen sind oft ungeheuer dicht und bedingen dadurch oft ein Stocken oder „Sitzenbleiben“ der Jungwüchse, wenn nicht durch Ausschneiden oder Ausziehen Luft geschaffen wird. Die übliche Pflanzkultur mit vierjährigen Fichten ergibt dagegen nur die sehr niedrige Zahl von 4000 bis 6000 Jungpflanzen je Hektar.

An Jugendgefahren droht dem Bestand der Graswuchs (besonders gefährlich das Seegras), außerdem Spätfrost, die die jungen Maitriebe töten und schlaff und braun herabhängen lassen. Immerhin wirken sie selten für die ganze Jungpflanze tödlich. Nur in ausgesprochenen Frostlagen (Frostlöchern) vernichtet wiederholter Frost und Hand in Hand damit



Abb. 129. Durch Weidevieh verbissener Fichtenjungwuchs aus Naturanflug im höheren Gebirgswald. Aufn. von F. Schwarz.

zunehmende Vergrasung oft auch größere Kulturflächen. Die beiden großen Rüsselkäfer (der braune und schwarze) machen besonders in den Pflanzungen viel Schaden und verursachen viele Nachbesserungen. In vielen Gebirgsgegenden mit Weidebetrieb im Walde werden die Jungfichten oft jahrelang durch Verbiß kurzgehalten und sehen wie mit der Heckenschere beschnitten aus (Verbißfichten, in den Alpen „Geißtannli“ genannt, Abb. 129).

Der Bestandesschluß tritt wegen des anfänglich etwas langsamen Wuchses und bei Pflanzung auch wegen des weiten Standes meist erst etwas später als bei der Kiefer (mit 15—20 Jahren) ein. Nach der Verpflanzung stocken die jungen Fichten gewöhnlich erst 1—2 Jahre, ehe sie richtig „anwachsen“. Mit eintretendem Schluß folgt dann aber eine Zeit sehr lebhafter Streckung. Meterlange Triebe sind dann auf frischen, kräftigen Böden an vorwüchsigen Stämmchen nicht selten. Dieses energische Wachstum hält dann verhältnismäßig lange an (z. B. gegenüber Buche und Kiefer, die im Stangenholzalder gern überflügelt werden). Das Unkraut wird ganz verdrängt, und auf tätigem Boden ist der Bestand dann bodenpfleglich. In sehr vielen Fällen aber macht sich schon jetzt mangelhafte Streuzersetzung bemerkbar. Es beginnt je nach Feuchtigkeit und Kalkarmut des Bodens eine immer mehr zunehmende Rohhumusbildung.

Manche vorher sehr nassen Böden oder Bodenstellen zeigen im Stangenholzalder durch den hohen Wasserverbrauch des Bestandes — man hat die Fichte scherzhaft auch „den Säufer unter den Bäumen“ genannt — eine vollständige Austrocknung (Drainagewirkung). Auf ärmeren und trockneren Böden, wo der Wasservorrat knapp ist, zeigen sich daher auch hier wieder gerade im kritischen Stangenholzalder oft sehr schwere Wuchstockungen, die nach Wiedemanns

Untersuchungen in Sachsen¹ besonders die Folge einzelner Trockenjahre sind, aber oft sehr lange nachwirken.

An sonstigen Gefahren tritt im Dickungs- und Stangenholzalder die der Kieferschütte verwandte Nadelröte durch *Lophodermium macrosporum* auf, welche zwar auch die vorjährigen Nadeln zum Absterben bringt, aber doch nicht entfernt so verbreitet ist und so schädlich wirkt wie die Kieferschütte, zumal es sich hier immer schon um halberwachsene Stämmchen mit größerer Widerstandskraft handelt. Noch weniger bedeutungsvoll ist der häufige Nadelrost (*Chrysomyxa abietis*).



Abb. 130. Etwa 40-jähriges Fichtenstangenholz, wüchsig, trotz Durchforstung noch sehr stammreich. Stärkste Gleichstufigkeit und geringe Gliederung der Stammklassen. Bodendecke nur Nadelstreu. Aufn. von Japing.

In wildreichen Revieren setzt aber im Stangenholzalder der Schäl-schaden ein, in wildübersetzten Revieren oft so stark, daß kaum eine Fichtenstange ungeschält bleibt. Der Schaden äußert sich zwar zunächst nicht im Wuchs, verursacht aber immer eine technische Entwertung des unteren Stammstückes und sehr häufig eine Faulstelle im Holz, die dann bei Schnee oder Wind zum Bruch führt. Die Schneebruchgefahr ist an sich schon in diesem Alter groß. Der junge Fichtenbestand liefert schon große Vorerträge durch die vielseitige Verwendung der Nutzholzstangen und als Zelluloseholz. Dabei ist die natürliche Stammausscheidung und die Gliederung des Bestandes in vorwüchsige und zurückbleibende Stammklassen gerade in diesem Alter nicht sehr lebhaft, was, wie Chr. Wagner hervorgehoben hat, eine gewisse Einförmigkeit schafft, die ebenso der Natur wie dem Wirtschaftler die notwendige Auslese schwer macht (Abb. 130).

Auch im Baumholzalder und mit beginnender Hiebsreife ist der Fichtenbestand, wenn keine besonderen Kalamitäten eingetreten sind, im Gegensatz zum Kiefernbestand, noch meist voll, bei mangelnden Durchforstungseingriffen oft übervoll geschlossen. Die Rohhumusbildung ist dann auf untätigen Böden bis zu dicken Polstern angewachsen, die durch Auswaschung, Versäuerung, Luftabschluß u. a. m. den Boden schwer schädigen können (Bodenerkrankung). Auf den besten und tätigsten Böden, die dann meist sehr hohe Erträge liefern, findet man jedoch auch manchmal einen recht guten Bodenzustand (vgl. Abb. 131).

Die Massenleistungen sind außerordentlich viel höher als bei der Kiefer. Sie betragen im 100. Jahre je Hektar im Durchschnitt etwa nach Schwappach für Norddeutschland:

¹ Wiedemann: Zuwachsrückgang und Wuchsstockungen der Fichte. Tharandt 1925.

Standortsklasse	Stammzahl	Mittlere		Derbholz- masse fm	Gesamtzuwachs (Derbholz + Reisig) fm
		Höhe m	Durchm. cm		
I	400	33	40	730	1600
III	650	25	28	480	1000
V	1100	17	18	250	580

In Süddeutschland sind die Wuchsleistungen noch höher. Die Derbholzmassen gehen dort auf I. Klasse bis auf 1000 fm, in den besten Lagen der Schweiz sogar bis fast 1200 fm, der Gesamtzuwachs bis auf 1800 fm, als bis auf das Doppelte wie bei der Kiefer in Norddeutschland.

Diese hohe Massenleistung mit gleichzeitig großer Nutzholzausbeute hat der Fichte den Namen des „Goldbaumes“ eingetragen und namentlich um die Mitte des vorigen Jahrhunderts zu einer Vorliebe für die Fichte geführt, die man später als „Fichtomanie“ gegeißelt hat.

Neben der großen Gefahr für einen Rückgang des Bodens sind hierbei auch noch die vielen und schweren Schäden am Bestand selbst in die Gegenrechnung einzusetzen. Sie sind wohl fast ebenso groß wie bei der Kiefer. Vor allem bringt die Windwurfgefahr, vom späteren Stangenholzalter sich bis ins Baumholzalter steigernd, dauernd kleinere Störungen (Einzel- und Nesterbruch). Aber es treten auch große Massenschäden auf, die in wenigen Stunden Millionen von Festmetern werfen und die Wirtschaft vor schwere Aufgaben bei der Aufarbeitung und Verwertung stellen, und die immer mit großen Verlusten verknüpft sind. Im Gefolge zeigt sich fast immer eine Massenvermehrung der Borkenkäfer, hauptsächlich *Ips typographus* und *chalcographus*, die dann nicht nur kränkelnde und saftstockende Bäume, sondern auch gesunde Stämme anfallen und zum Absterben bringen. Ähnlich verlaufen kleinere und größere Schnebruchschäden.

Von Raupen ist bei uns zwar nur eine Art gefährlich, nämlich die Nonne (*Liparis monacha*), die dafür aber auch besonders häufig auf großen Gebieten und bei Massenvermehrung für die Fichte fast immer tödlich wirkt. Auch in ihrem Gefolge entwickeln sich immer noch Borkenkäferschäden. In neuerer Zeit hat sich auch die Fichtenblattwespe (*Nematus abietum*) in einzelnen Gegenden (meist außerhalb des natürlichen Verbreitungsgebietes der Fichte) recht unangenehm fühlbar gemacht.

Eine sehr häufige Erscheinung ist die vom Wurzelstock ausgehende Rotfäule, die immer einen Wertverlust am Holz, häufig aber auch noch vorzeitigen Bruch durch Wind oder Schnee hervorruft. In milderem Klima und auf besseren Böden setzt diese Erkrankung meist schon im Stangenholzalter ein. Auf unseren Kalkböden in unteren Lagen macht sie den Reinbestand oft geradezu unmöglich.



Abb. 131. 120-jähriges bestwüchsiges Fichtenaltholz mit über 1000 fm Derbholz je Hektar (Oberförsterei Westerhof, westliches Vorland des Harzes, ca. 300 m ü. M.). Leichte Begrünung, guter Bodenzustand. Aufn. von Japing.

Diese schweren Störungen und Verluste und die von der Bodenkunde festgestellten Rückgangerscheinungen unter dem reinen Fichtenbestand haben in der Neuzeit die Vorliebe für ihn merklich abgekühlt, ja diese ist manchmal schon, wie das so oft geht, unter Übertreibung ins Gegenteil umgeschlagen.

Es erscheint aber doch wohl unrichtig, die beobachteten Rückgangerscheinungen ohne weiteres zu verallgemeinern und für alle Fichtenstandorte ihre Steigerung von Generation zu Generation bis zum Selbstmord des Waldes voraussagen zu wollen. Die Ergebnisse der Pollenanalyse in Torfmooren beweisen uns, daß die Fichte schon seit vielen Jahrtausenden im Norden und Osten Europas, sowie in den Hochgebirgen Mitteleuropas auf gewissen Standorten allein herrschend gewesen ist. Müßte da bei einer selbsttätigen Bodenverschlechterung unter ihr die Grenze nicht von Generation zu Generation zurückgegangen sein? Das ist aber nirgends, auch bei uns nicht, der Fall, weder im Gebirge noch in der Ebene. Warum sollte jetzt gerade dieser Vorgang beginnen? Etwas ganz anderes ist es, wenn man auf früheren Laubholz- oder Mischbestandsstandorten oder überhaupt außerhalb des natürlichen Verbreitungsgebietes Zeichen einer Bodenverschlechterung gegen vorher beobachtet, die den von der Umwandlung in Fichte erhofften Nutzen heute schon oft sehr zweifelhaft erscheinen läßt.

Man wird auch hier von Fall zu Fall verschieden zu urteilen haben. Die Mischung mit der Tanne, der Kiefer, der Lärche, vor allem aber auch der Buche, wird überall anzustreben sein, wo besondere Gefährdung durch Boden und Klima vorliegt. Auch sonst ist sie aus Gründen der Bestandesicherung immer wünschenswert, aber es wird auch hier gewisse Grenzen der Wirtschaftlichkeit geben, wenn diese auch bei der Fichte nicht so eng gezogen sind wie bei der Mischungsfrage im Kiefernbestand.

3. Der Tannenbestand¹.

Verbreitung. Der reine Weißtannenbestand findet sich heute nur noch häufiger in Süddeutschland, besonders im Schwarzwald. Noch stärker ist er jenseits des Rheins, in den Vogesen, vertreten. Nach Osten zu nimmt seine Verbreitung stark ab und beschränkt sich hier meist nur auf kleinere Bestände in den Mittelgebirgslagen von Thüringen, Sachsen und Schlesien. Er mag auch hier wohl vor dem Eindringen und der künstlichen Begünstigung der Fichte mehr Fläche gehabt haben. Aber im großen und ganzen wird die Abnahme nach Osten hin doch natürlich durch die Annäherung an die Verbreitungsgrenze der Tanne bedingt sein. Alles in allem ist die Gesamtfläche der reinen Tannenbestände in Deutschland jedenfalls verschwindend klein gegenüber Kiefer, Fichte und auch Buche. Die Tanne hat offenbar, von Natur in das Gebiet der Fichte und Buche eingewiesen, diesen beiden Holzarten gegenüber keine sehr starke erobernde Kraft gehabt. Vielleicht spielt auch ihre späte Einwanderung hier eine Rolle. Außerhalb des natürlichen Verbreitungsgebietes finden sich nur einzelne, aber durch ihr Alter und gutes Gedeihen recht bemerkenswerte, künstlich begründete Tannenbestände, von denen besonders einige im Hinterland der Nord- und Ostseeküste bekanntgeworden sind².

¹ Vgl. die Monographie von F. Gerwig: Die Weißtanne im Schwarzwald. Berlin 1868; und die Verhandlungen der 21. Hauptversammlung d. dtsh. Forstver. in Bamberg 1924: Die wirtschaftliche Bedeutung und waldbauliche Behandlung der Weißtanne.

² Als besonders bemerkenswert muß ein 130—150jähriger Weißtannenbestand in Schlodien i. Ostpr. bezeichnet werden, der nach König (vgl. a. Dtsch. Forstver. 1924) vollkommen gesund und gutwüchsig sein soll! In milderen Klimatalagen befinden sich ebenfalls über 100jährige Tannenbestände in Ostfriesland (Forsten des Fürsten Knyphausen), auf der Insel Bornholm (Oppermann: Das forstliche Versuchswesen in Dänemark Bd. 4, 1912), in Südschweden (Rev. Omberg), in der Rostocker Heide (F. Wiese: Die Nadelhölzer Mecklenburg-Schwerins. Mitt. d. dtsh. dendrol. Ges. 1923, S. 108). Auf fast allen diesen künstlichen Standorten war das Gedeihen bisher (!) überraschend gut und hat sich meist auch natürliche Verjüngung eingefunden! (Frage einer unvollkommenen Einwanderung der Tanne?)

Von Natur finden sich Tannenbestände meist nur auf den frischeren, lehmigen oder anlehmigen Gebirgsböden. Von manchen Kennern wird aber behauptet, daß die Tanne in ihren Ansprüchen an Bodenfrische und Lehmgehalt etwas genügsamer wie die Fichte wäre. Auch ihre Empfindlichkeit gegen Rohhumusbildung auf untätigen Böden kann nicht so groß sein, wie vielfach angenommen worden ist, da ihre Jungpflanzen sich auch im Beerkraut finden, wo ja immer Rohhumus vorhanden ist. Jedenfalls ist aber ihre eigene Streuzersetzung viel besser als bei der Fichte, und sie bildet an sich nicht so leicht Rohhumus unter sich.

Bestandestypen. Auf den geringsten Standorten V. Bonität, meist kalkarmen und flachgründigen Sandsteinböden in trockener Lage, erreicht der Tannenbestand im hundertjährigen Alter meist nur eine Höhe von 15 m und eine Stammstärke von 18 cm in Brusthöhe. Auf mittleren Stufen (III. Bonität) betragen die entsprechenden Größen schon 23—24 m und 29 cm, auf besten Standorten I. Bonität, die gern auf Kalkböden (Muschelkalk, Jura) liegen, schon 31—32 m und etwa 41 cm. Auf diesen besten Standorten finden sich noch heute oft sehr alte, gesunde und riesige Stämme mit Höhen von weit über 40 bis 50 m als Reste alter Urwaldherrlichkeit in Baden, im Bayrischen Wald und in der Schweiz. Über die begleitende Bodenflora liegen bisher keine näheren Untersuchungen vor, doch dürfte sie nach eigenen Beobachtungen kaum wesentlich von der des Fichtenbestandes verschieden sein. Auf den mittleren und etwas geringeren Böden auf Buntsandstein des Schwarzwaldes findet sich auch bei ihr der Myrtillus-Typ in recht ausgedehntem Maße. Die besten Typen auf Kalkboden zeigen neben *Oxalis* wohl noch ein stärkeres Auftreten bester Mullpflanzen (*Asperula*, *Impatiens*, *Mercurialis*, *Dentaria* u. a.).

Entwicklung des Bestandes. Im Gegensatz zu Kiefer und Fichte entsteht der Weißtannenbestand noch heute fast ausschließlich aus natürlicher Verjüngung. Ein Grund dafür mag in dem unmittelbaren Zwang liegen, weil die Tanne wegen ihrer großen Spätfrostempfindlichkeit auf der Freifläche kaum hoch zu bringen ist. Andererseits liegt eine andere Ursache aber doch wohl auch darin, daß ihre Verjüngungsfreudigkeit auf allen ihr einigermaßen zusagenden Standorten groß ist. Die milde Form ihrer Streu, ihre große Schattenfestigkeit, eine gewisse Zähigkeit des jungen Anfluges u. a. dürften hierbei zusammenwirken.

Allerdings haben sich in neuerer Zeit auch manche rätselhaften Fälle des Versagens der Naturverjüngung herausgestellt, die zu den verschiedensten Vermutungen und einer lebhaften Erörterung, besonders in Süddeutschland, geführt haben, ohne daß darüber bisher eine volle Einigung oder Aufklärung erzielt werden konnte¹.

Die anfängliche Jugendentwicklung ist eine äußerst langsame. Zu dem ihrer Art eigentümlichen Verhalten tritt hierbei meist noch die Erziehung unter dunklem Schirmstand. Man kann fast sagen, daß der junge Anflug in den ersten Jahren überhaupt kaum in die Höhe wächst, sondern nur in die Breite. In diesem Alter ist die Spätfrostempfindlichkeit eine der schlimmsten Jugendgefahren, die oft nur dadurch etwas abgemildert wird, daß die Spitzknospe später austreibt. Als zweite Gefahr ist der Wildverbiß zu nennen, da besonders das Rehwild die saftigen Haupttriebe sehr gern und stark annimmt und bei schwächerer Verjüngung nach Ansicht mancher süddeutscher Revierverwalter geradezu am Wiederverschwinden des jungen Anfluges schuld ist. Wo die Naturverjüngung dicht ist — und in günstigen Fällen ist sie oft ebenso über-

¹ Stoll: Das Versagen der natürlichen Weißtannenverjüngung usw. Naturwiss. Z. f. Forst- u. Landw. 1909, S. 279ff. — Abele: Die Naturverjüngung der Tanne in den Staatswaldungen des Bayrischen Waldes. Forstwiss. Zbl. 1909, S. 187ff.

voll wie manche Fichtenanflüge — da kann der Wildverbiß sie freilich nicht ernstlich in Frage stellen.

Je nach dem Grade der Lichtung im schirmenden Mutterbestand setzt früher oder später im freigestellten Jungwuchs dann eine Periode starker Streckung ein, in der die Tanne mit der Fichte auf gleichwertigem Standort geradezu wett-



Abb. 132. Alter Weißtannenbestand im Schwarzwald mit typischer Storchnebstbildung in den Kronen. Etwas ungleichstufiger Bestockungsaufbau infolge plenterartiger Wirtschaft. Aufn. v. Klein.

eifert und das in früher Jugend Versäumte meist rasch wieder aufholt. Überhaupt ist die Erholungsfähigkeit dieser Holzart ganz besonders bemerkenswert. Stangen mit ganz flacher, schirmartiger Krone, die bis zu mehreren Jahrzehnten im Schattendruck gestanden haben, vermögen sich bei allmählicher Freistellung fast immer noch umzustellen. Sie setzen dann auf dem breiten Unterteil der Krone einen spitzen Wipfel auf, „gehen los“ und werden oft noch rechtzeitig große und starke Bäume.

Die verhältnismäßig rasche Höhenentwicklung hält bei der Tanne besonders lange an. Gerade im späteren Stangenholzalter und im angehenden Baumholz überflügelt sie oft die Leistungen ihrer Schwesterart und Konkurrentin, der Fichte. Im höheren Baumholzalter beginnt dann ein sehr charakteristisches Zurückbleiben der Wipfeltriebe gegen die oberen Seitenäste die bei alten Tannen schließlich zu der bekannten „Horst- oder Storchnebstbildung“ der Krone führt (Abb. 132).

Im 100jährigen Alter sind ihre Leistungen in Baden (nach Eichhorn: Ertragstafeln für die Weißtanne. 1902):

Standortsklasse	Stammzahl	Mittlere		Derbholzmasse fm	Gesamtzuwachs (Derbholz + Reisig) fm
		Höhe m	Durchm. cm		
I	500	32	41	970	1750
III	800	24	29	620	1140
V	1500	15	18	330	600

Sie steht damit in bezug auf die Massenleistung an der ersten Stelle unter den deutschen Holzarten. Allerdings steht ihr die Fichte in gleich günstigen Lagen Süddeutschlands doch mindestens sehr nahe.

Bezüglich der Wertschätzung des Holzes im Handel bestehen zwischen den beiden Arten gegendweise rechte Verschiedenheiten. Im allgemeinen ist das Tannenholz schlechter hobelfähig und vergraut leichter, dagegen ist es etwas fester und elastischer, auch meist astreiner. Zu Bauholz und Bohlen wird daher vielfach die Tanne, zu Brettern die Fichte vorgezogen. In den geringeren Sorti-

menten (Stangen und Papierholz) ist aber die Tanne ganz allgemein weniger geschätzt. So entwickeln sich, oft wohl nach den besonderen Verwendungszwecken, gegendweise recht verschiedene Preisverhältnisse. An manchen Stellen tritt eine Preisminderung ein, wenn die Schläge neben Fichtenholz einen gewissen Prozentsatz Tannen überschreiten, an anderen wird beides unterschiedslos aufgenommen.

Bisher galt die Weißtanne als eine recht gesicherte Holzart. Ihre hohe Wertschätzung in der Forstwirtschaft Süddeutschlands, die große Vorliebe des Altmeisters Gayer für sie, beruhte neben ihren bodenpfleglichen Eigenschaften zum großen Teil gerade hierauf. Gegen Windbruch und Windwurf gilt sie wegen ihrer Herzwurzelbildung allgemein als gesicherter als die Fichte. Doch sind auch Fälle bekanntgeworden, in denen sie ebenso wie diese geworfen worden ist¹. Auch gegen Schneeschäden soll sie widerstandsfähiger sein. Große Raupen- und Käferkalamitäten sind bei ihr so gut wie unbekannt. Eine gewisse dauernde Gefährdung besteht allerdings in dem häufigen Befall durch *Aecidium elatinum*, einen Pilz, der an den Seitenzweigen Hexenbesen hervorruft. Beim Einwachsen solcher Infektionsstellen in den Stamm entsteht aber auch der sog. Stammkrebs, und damit immer eine schwere technische Schädigung. Öfter gehen auch stark befallene Stämme ein. In verseuchten Gebieten, wie gerade in vielen Revieren des Schwarzwaldes, ist der Prozentsatz krebsiger Stämme, und zwar gerade unter den besonders starken, ein recht großer und der Schaden immerhin hoch. Technisch bringt auch manchmal die Mistel beim Überwachsen auf den Stamm eine gewisse Entwertung des Holzes mit sich.

Aber das alles in allem würde doch den Ruf der Tanne als sichere Holzart nicht erschüttern können, wenn nicht in den letzten Jahrzehnten in zunehmender Verbreitung und Schärfe eine Erkrankung bei ihr aufgetreten wäre, die man zunächst nur ganz allgemein als „Tannensterben“ bezeichnet hat. Sie äußert sich in dem Dürwerden von Wipfelteilen und Ästen, wobei die Spitze der Krone zunächst grün und lebensfähig bleibt. Die Erkrankung rückt dann mit zunehmendem Alter und zunehmender Höhe immer weiter nach oben. Die unteren Teile treiben oft viele Wasserreiser (Klebäste), so daß dann die dürre Zone in der Mitte liegt. Das Holz zeigt vielfach einen charakteristischen „Naßkern“, der bei Fällung jauchiges Wasser in Tropfen abgibt und teilweise Braunfleckigkeit zeigt. Es treten lang anhaltende Wuchsstockungen und schwere Zuwachsverluste ein, die Erholungsfähigkeit ist gering, und ein großer Teil der Stämme geht schließlich ein. Wiedemann², der diese Erkrankung näher untersucht hat, hat als wahrscheinliche Ursache den Befall durch die Tannenrindenlaus, *Chermes (Dreyfusia) piceae* bzw. *Nuesslini*, bezeichnet. Das Absterben der Stämme und das Weiterrücken der Krankheit am Stamm scheint dabei vielfach mit dem Auftreten von Trockenjahren zusammenzuhängen. Die Krankheit war bisher besonders stark in Sachsen verbreitet, so daß Bernhard³ die Tanne dort nicht nur als aussterbende, sondern vielfach schon als „ausgestorbene Holzart“ bezeichnet hat. Neuerdings ist sie aber auch von Dänemark bis in die Schweiz hinein und von Österreich bis in den Schwarzwald beobachtet worden und befällt in zunehmendem Maße neben Stangen- und Althölzern auch junge Nachwüchse. Wiedemann sieht auf Grund der Erfahrungen in Sachsen sehr schwarz und glaubt, „daß durch

¹ Vgl. die etwas zurückhaltende und einschränkende Beurteilung nach dieser Beziehung durch die beiden Berichtersteller Mayer und Stephani auf der Versammlung d. dtsh. Forstver. 1924 in Bamberg.

² Wiedemann: Untersuchungen über das Tannensterben. Forstwiss. Zbl. 1927, S. 759 f.

³ Dtsch. Forstver. Bamberg 1924.

das unheimliche Gespenst des Tannensterbens die Tanne zu der unzuverlässigsten von unseren sämtlichen deutschen Holzarten geworden ist¹. Ob diese Voraussage berechtigt ist, oder ob die starke Vermehrung und Verbreitung nicht vielleicht doch nur durch eine Vereinigung besonders ungünstiger bzw. für den Krankheits-erreger günstiger Umstände hervorgerufen worden ist und in späteren Jahrzehnten wieder abflauen wird, kann erst die Zukunft lehren.

Es wäre freilich nicht der einzige Fall, daß eine Holzart durch eine neuartige Krankheit unter unseren Augen ausstirbt. Wir haben ein solches Beispiel schon in Nordamerika, wo die dortige Eßkastanie (*Castanea americana*) durch eine Bakterienkrankheit auf weiten Gebieten völlig vernichtet sein soll.

4. Der Lärchenbestand¹.

Verbreitung. Reine Lärchenbestände finden sich von Natur innerhalb Deutschlands nur auf ganz kleinen Flächen in den Alpen (Bayern, etwas häufiger erst in der Schweiz und in Österreich). In der Hauptsache beschränken sich diese natürlichen Bestände auf die Hochgebirgslagen, wo die Verdrängungskraft der Fichte schon stark abnimmt. In künstlicher Verbreitung findet sich die Lärche aber in zerstreuten Kleinflächen auch durch das ganze übrige Deutschland, rein allerdings nur in meist jungen Beständen, da im späteren Alter gewöhnlich Unterbau mit Schattenholzarten zu erfolgen pflegt.

Auf ihren natürlichen Standorten im Hochgebirge stockt die Lärche bald auf frischen, tiefgründigen Verwitterungsböden, bald auch auf mehr flachgründigen oder doch gerölligen Flächen, wo die Fichte zurückbleibt (Konkurrenzfrage). Auch auf hoch gelegenen Kalkböden findet sie sich in den Alpen gern.

In der nordostdeutschen Tiefebene kann sie sich aber nur auf frischeren, anlehmigen Böden gegenüber der Kiefer halten. Die Anbauversuche auf ärmeren Sandböden haben nach anfänglichen Scheinerfolgen im späteren Alter überall versagt.

Bestandesentwicklung. Reichlichere natürliche Verjüngung findet sich fast nur in ihrem eigentlichen Verbreitungsgebiet, in den künstlichen Anbauflächen ist sie nur selten beobachtet worden. In den künstlich begründeten Beständen ist im allgemeinen die weitläufige Pflanzung mit 3—4jährigen verschulten Pflanzen üblich. Diese leidet in hohem Maße durch Fegen des Rehbocks und bedarf daher fast immer eines besonderen Schutzes (Eingattern, Umwickeln).

Die erste Jugendentwicklung ist äußerst rasch und täuscht manchmal auch auf geringeren Standorten, wo sie dann später recht oft vom Stangenholzalter an auffallend stark nachläßt und meist zur völligen Wuchsstockung führt. (Dichter Flechtenüberzug von Stamm und Ästen.) Zwei Gefahren sind es hauptsächlich, die vom Stangenholzalter an auftreten und auf sehr vielen Anbauflächen der letzten Jahrzehnte zu großen Enttäuschungen geführt haben: einmal die Lärchenminiermotte (*Coleophora laricella*), die alljährlich die frisch austreibenden Nadeln aushöhlt, so daß die Kronen erst grau, später braun überlaufen aussehen (oft mit Spätfrost verwechselt, der verhältnismäßig selten vorkommt), dann der Befall durch den Lärchenkrebs, *Dasyscypha (Peziza) Willkommii*, der durch zahlreiche Beulen das Stammholz entwertet und häufig zum Eingehen sehr stark befallener Stämmchen führt. Im natürlichen Verbreitungsgebiet fehlen zwar diese beiden Schädlinge auch nicht, aber sie scheinen dort kaum eine wirtschaftlich wichtige Rolle zu spielen. Inwieweit das häufige Kümmern der jungen Bestände

¹ Boden, F.: Die Lärche, ihr leichter und sicherer Anbau in Mittel- und Norddeutschland durch die erfolgreiche Bekämpfung des Lärchenkrebses. Hameln 1899. (Eine heute zwar überholte Sonderabhandlung, die aber waldbaulich doch manches Beachtenswerte enthält.) — Klamroth: *Larix europaea* und ihr Anbau im Harz. Greifswald 1929. Dort auch ausführliches Literaturverzeichnis über die Lärche und die Lärchenfrage.

im künstlichen Anbaugesbiet mit diesen Beschädigungen zusammenhängt, was hier primär oder nur sekundär ist, ist heute noch nicht ganz klar. Merkwürdigerweise finden sich auch dort verschiedentlich ältere gut gedeihende Bestände, wo heute die jüngeren Anbauversuche immer wieder versagen. Man hat daher nicht mit Unrecht vom „Lärchenrätsel“ gesprochen. Eine befriedigende Lösung ist trotz der vielen verschiedenen Erklärungsversuche noch nicht gelungen. Man hat für das allgemeine Kümern häufig die Schuld in zu geringem Boden finden wollen (zweifelloos in vielen Fällen zutreffend, aber längst nicht in allen!). Das Wasserbedürfnis der Lärche scheint tatsächlich einigermaßen groß zu sein, wie aus den sehr eingehenden Untersuchungen von Schreiber¹ hervorgeht. Aber auch da, wo die Fichte noch gut gedeiht, also der Wassergehalt sicher ausreichend ist, finden wir solche Kümmererscheinungen. Andere haben Flachgründigkeit des Bodens beschuldigt². Auch hier sind aber Gegenbeispiele angeführt worden, wo ein gutes Gedeihen auch auf flachgründigen Böden festgestellt wurde³, und ebenso solche, wo das Versagen auch auf tiefgründigen Böden erfolgte, wo vorher gute Bestände gewachsen sein sollen⁴. Von anderen wird falsche waldbauliche Behandlung, insbesondere Anbau in zu engem Verbände, zu spät zwischen höheren Vorwüchsen, in engen, feuchten Tälern u. dgl. als Hauptursache des Versagens bezeichnet. Ganz allgemein wird behauptet, daß die Lärche offene, luftbewegte Lagen zu ihrem Gedeihen braucht. Daß auch das nicht immer zutrifft, konnte ich in meinem früheren Revier Reinhausen feststellen, wo im Grunde des schluchtartig engen Bürgertals einige prachtvolle alte Lärchen von fast 40 m Höhe zwischen Buchen, Eschen und Ahornen standen, und wo sie sicher in denkbar eingeschlossener Lage aufgewachsen waren. Trotzdem ist sicher an der obigen Auffassung so viel richtig, daß die Lärche durch alle Lebensalter hindurch außerordentlich viel Licht braucht, wenn sie nicht verkümmern soll. Für Vorwüchsigkeit im umgebenden Mischbestand oder Kronenfreiheit im Reinbestand muß also stets gesorgt werden, und hieran hat es sicher in sehr vielen Fällen gefehlt. Über die Biologie des Lärchenkrebspilzes hat neuerdings Plaßmann⁵ sehr gründliche Untersuchungen ausgeführt, die ein ganz neues Licht auf die Lebensbedingungen dieses Schädlings werfen und auch für seine Bekämpfung in waldbaulicher Beziehung neue Aussichten eröffnen.

Über die Massenleistungen des Lärchenbestandes wissen wir im allgemeinen wenig. Jedenfalls sind die Stammzahlen in höherem Alter sehr gering, im Verhältnis dazu ist die Derbholzmasse aber groß. Sehr schwach ist die Bestattung, daher die Reisholzmenge niedrig. Bühler gibt einige Zahlen für mehrere ältere württembergische Anbauflächen und eine sehr bekannte Fläche in Varel in Oldenburg, die besonders hohe Leistungen zeigt. Es handelt sich in allen diesen Fällen aber wohl um beste Standorte und ausnahmsweise gut gelungene Versuche. Sie hatten im 100jährigen Alter in Württemberg bei 200—250 Stämmen je Hektar und Mittelhöhen von 32—34 m rund 430 fm Derbholz und 40 fm Reisholz, die Fläche in Varel schon mit 75 Jahren 470 fm, was für eine Lichtholzart eine ganz ungewöhnlich hohe Holzerzeugung darstellt. Auch für Österreichisch-Schlesien (Sudetenlärche) sind ebenso hohe und noch höhere Massenleistungen bekanntgeworden⁶.

¹ Schreiber: Beiträge zur Biologie der Lärche. Zbl. f. d. ges. Forstwes. 1921.

² Schönwald: Die Lösung des Lärchenrätsels. Z. f. Forst- u. Jagdwes. 1918.

³ Fankhauser: Zur Kenntnis der Lärche. Z. f. Forst- u. Jagdwes. 1919.

⁴ Eberts u. Müller-Ußballen: Z. f. Forst- u. Jagdwes. 1918 (Entgegnung auf den Artikel von Schönwald).

⁵ Plaßmann: Untersuchungen über den Lärchenkrebs. Neudamm 1927.

⁶ Herrmann: Die Rassenbildung der Lärche und das natürliche Verbreitungsgebiet der Sudetenlärche. Jb. d. schles. Forstver. 1925.

Ähnliches hat die sibirische Lärche in Südfinnland in dem berühmten Wald von Raivola geleistet. Dort beträgt die Holzmasse bei allerdings 190jährigem Alter sogar über 1000 fm Schaffholz. Ilvessalo nennt diesen s. Z. künstlich angelegten Wald daher wohl mit Recht den „holzreichsten Bestand ganz Nordeuropas“.

Derartige Wuchsleistungen werden zusammen mit dem hohen Wert des Lärchenholzes, der langen Lebensdauer und ihrem waldbaulich guten Verhalten (leichte Streuzersetzung, hervorragende Bodengare) immer wieder dazu anspornen, den Anbau dieser wertvollen Holzart weiter zu versuchen. Hierbei werden aber ihre waldbaulich-biologischen Erfordernisse besser zu beachten sein wie bisher. Auch das Verhalten der verschiedenen klimatischen Rassen wird näher zu prüfen sein, da bei dem Samenbezug von auswärts in vielen Fällen ungeeignete Herkünfte aus Hochgebirgslagen mit untergelaufen sein werden, die die widersprechenden Anbauergebnisse oft sehr einfach erklären würden. Den vielen schlechten Erfahrungen, die man gemacht hat, stehen eben in anderen Fällen doch auch hervorragende Erfolge gegenüber, die beweisen, daß in gewissen Fällen der Anbau durchaus richtig war. Das Lärchenrätsel ist vorläufig wohl noch nicht gelöst!

5. Der Rotbuchenbestand.

Verbreitung. Die Rotbuche hat trotz ihrer späten Einwanderung in Deutschland offenbar eine große Eroberungskraft gehabt, denn sie bildet heute bei uns in weitem Umfange reine Bestände. Diese mögen vielleicht von Natur nicht ganz so rein gewesen sein, wie das heute der Fall ist, da die Wirtschaft, namentlich der im Anfang des vorigen Jahrhunderts übliche Dunkelschlag nach G. L. Hartig, die Lichthölzer stark zurückdrängen mußte. Immerhin ist an der natürlichen Vorherrschaft der Buche in großen Gebieten bei uns doch nicht zu zweifeln. Große Reinbestände, ja große, überwiegend reine Buchenwaldungen sind vor allem im westdeutschen Bergland verbreitet, wo das alte Fuldaer Land schon im frühen Mittelalter „Bochonia“ = Buchenland hieß. Doch kommen solche auch in der nordwestdeutschen Ebene, besonders auf der Osthälfte der Cimbrischen Halbinsel, sowie noch im ganzen östlichen Küstenstreifen vor (Mecklenburg und Pommern). Im nordostdeutschen Tiefland nimmt die Verbreitung nach innen und nach Osten zu deutlich stark ab, besonders im Trockengebiet an der Oder (Niederlausitz, Westpreußen, Posen), wo der Buchenwald zu einer seltenen Erscheinung wird. Im ostdeutschen Tiefland beschränken sich die reinen Buchenbestände meist auf die hügeligen Moränenzüge. Der Unterschied von Sandboden und Lehmboden bestimmt hier weitgehend die Verteilung. Die Buche als Hauptbestandsholzart herrscht fast nur auf den letzteren, wenn auch gelegentlich einmal Ausnahmen vorkommen mögen. Im westdeutschen Buntsandsteingebiet, wo Kiefer und Fichte von Natur fehlen, kommen auch Buchenbestände auf ziemlich trockenen und sandigen Böden vor, besonders auf Köpfen und Rücken. Hier ist aber die Buche heute meist künstlich durch das Nadelholz ersetzt worden. Auffällig ist das Fehlen der Rotbuche auf den fruchtbaren, schweren Böden der Stromtäler (Auegebiete), wo sie sich offenbar wegen ihrer Empfindlichkeit gegen Überschwemmungen nicht halten konnte, ein bemerkenswertes Beispiel dafür, wie manchmal ein ganz besonderer einzelner Umstand schon entscheidend wirken kann, trotzdem alle sonstigen Standortbedingungen erfüllt sind! Besondere Kraft in Wuchs und Verbreitung zeigt die Buche auf Kalkböden (Kreide auf Rügen, Muschelkalk in Thüringen und im hessisch-hannöverschen Bergland, Jura in Schwaben).

Bestandestypen und Standortsgewächse. Die geringsten Bestände V. Bonität sind verhältnismäßig selten und meist auf kleine, engumschriebene Flächen beschränkt, die auf trocknen, flachgründigen und steinigem oder sandigen

Köpfen liegen. So besonders im Buntsandsteingebiet und im Kiesel- und Ton-schiefergebiet des hessischen Hinterlandes, auf dem auch die meisten der wenigen Ertragsprobestflächen V. Bonität nach der Schwappachschen Tafel liegen. Der Wuchs der Buche ist hier kurz, im 100. Jahre etwa nur 15 m, die Stammformen sind meist krumm bis krüppelig. Vielfach zeigt sich Trockenspitzigkeit der Äste in der Krone. Analysen der Bodenflora nach der Cajanderschen Typenbildung liegen bisher noch nicht vor. Diese werden bei der Buche auch um so mehr erschwert oder unsicher sein, als die Bestände normalerweise dicht und schattig sind, und auch das reichlich abfallende Laub das Aufkommen einer Bodenflora stark unterbindet. Man wird daher auch hier auf die Beobachtung gelegentlicher, aber viel seltener als im Fichtenbestand auftretender Lücken oder auf jenen kurzen Zeitabschnitt angewiesen sein, in dem durch die wirtschaftlichen Eingriffe eine Lockerung des Bestandes zur Vorbereitung der Verjüngung eintritt.

Auf den geringsten Stufen ist der Schluß allerdings durch die kleinen und schütterten Kronen meist schon früh gelockert. Es stellt sich daher auch eher eine Bodenflora ein. Nach eigenen, freilich nicht ausreichenden Beobachtungen auf solchen Standorten beginnt diese hier gleich mit dem Myrtillus-Typ. (Der Cladonia-Typ fällt wohl ganz aus, der Calluna-Typ dürfte nur ausnahmsweise vorkommen.) Ein stärkeres Auftreten von Heidelbeere und von kurzrasigen Polstermoosen (bes. *Polytrichum*, *Dicranum*) scheint die untersten Stufen zu bezeichnen. Auch *Aira flexuosa* findet sich bei weitergehender Verlichtung.

Allerdings zeigt die Heidelbeere auch hier wieder durch ihre Variationsbreite eine gewisse Unzuverlässigkeit, da sie gelegentlich auch bis zu den mittleren Ertragsstufen der Buche geht. Diese erreichen im 100jährigen Alter auf III. Güte schon 23—24 m Mittelhöhe. Die besten Stufen I. Bonität erheben sich bis 32 m.

Die Bodenflora im gelockerten Bestand aller besseren Stufen scheint nur dem Oxalis-Haupttyp anzugehören. Möglicherweise läßt sich aber bei näheren Untersuchungen durch das Auftreten einzelner Begleitpflanzen doch noch eine Bildung von Subtypen mit verschiedenen Wuchsleistungen feststellen. Im geschlossenen Buchenwald, wo auch jede sonstige Bodenflora fehlt, tritt an einzelnen Stellen die eigentümlichste Begleitpflanze der Buche, die bleichbraune, saprophytisch lebende Vogelnestorchidee (*Neottia nidus avis*) auf. Im gelockerten Bestand findet sich je nach dem Grad der Lichtung, anfangs dünn und spärlich, später immer reichlicher werdend, die ganze sog. Mullflora ein. Besonders häufig und bezeichnend sind hier der Waldmeister (*Asperula odorata*), das Windröschen (*Anemone nemorosa*), das Leberblümchen (*Hepatica triloba*), der Sauerklee (*Oxalis acetosella*), seltener die Hasenwurz (*Asarum europaeum*). Ebenso treten zwischen diesen gern die Simsenarten (*Luzula*) auf. Von Gräsern zeigt sich am frühesten in noch verhältnismäßig schattiger Stellung *Poa nemoralis*. Bei lichterem Stand werden auf den besseren und besten Böden die ursprünglichen Mullkräuter durch eine sehr üppige Süßgrasflora verdrängt (Melica-Arten, *Milium effusum*, Festuca- und Brachypodium-Arten u. a. m.).

Einen besonderen Waldtyp bilden jedenfalls die Buchenbestände auf Kalkboden. In der Bodenflora fallen neben deren Üppigkeit (besonders reiches Auftreten des Leberblümchens) einzelne seltener Orchideen (*Ophrys*, *Cephalanthera* u. a.), der Seidelbast (*Daphne Mezereum*), der Bärenlauch (*Allium ursinum*) u. a. Arten auf. Bei lichterem Stand entwickelt sich hier auch ein Strauchunterstand (*Cornus*, *Evonymus*, *Acer campestre*, *Sorbus torminalis*). Der Baumbestand zeigt meist Beimischung von Esche und Ahorn. Die Stämme sind

außergewöhnlich lang und schlank (vorausgesetzt, daß es sich nicht um sehr flachgründige, verödete Böden handelt, wie sie sich besonders gern an Steilhängen oder Kuppen finden). Die Rinde der Stämme ist glatt und silbergrau, das Holz gesund und weißkernig, die Verjüngung vollzieht sich schon bei sehr dunklem Stand und meist spielend. Einen besonderen örtlichen Fall bilden die Buchenbestände auf den eigenartigen, äußerst feinkörnigen, mehligem sog. Molkenböden im Buntsandstein. Diese verdichteten und zur Vernässung neigenden Stellen, meist auf Plateaus oder Terrassen gelegen, zeigen stockenden Wuchs der Bestände, schwere Rohhumusbildungen und bei Lichtung Binsenwuchs, ja sogar Sphagnum-Bildung. Die Buche scheint hier mehr und mehr eine verlorene Holz-

art. Zum Glück sind diese Stellen meist örtlich beschränkt. Ähnliche Verhältnisse dürften bei den sog. Missen im Schwarzwald vorliegen.

Die Entwicklung des Bestandes. Der Rotbuchenbestand entsteht fast nur natürlich. Alte, aus Pflanzung hervorgegangene Bestände verdanken ihre Entstehung meist ehemaligen Weiderechtigkeiten. Naturverjüngungsschwierigkeiten bestehen zwar an manchen Stellen, aber im großen und ganzen kann man die Verjüngungswilligkeit der Buche bei richtiger Behandlung doch noch als groß bezeichnen. Sie ist jedenfalls bei uns diejenige Holzart, die auch in der Gegenwart noch die größten Flächen mit natürlicher Verjüngung aufzuweisen hat.

Die erste Jugendentwicklung ist zwar langsam, aber doch nicht ganz so langsam wie bei der Tanne. Dem jungen Keimling droht der Befall durch den Keim-



Abb. 133. Ausschnitt aus einer überdichten 4jährigen Naturverjüngung der Rotbuche im westdeutschen Mittelgebirge. Aufn. von Japing.

lingspilz (*Phytophthora omnivora*), der die Kotyledonen schwarzfleckig färbt und in manchen Jahren, aber doch selten, massenhaft auftritt. Dann kann auch die eben einsetzende Verjüngung oft flächenweise vernichtet werden. Ebenso sind die jungen Keimpflänzchen sehr dem Verbiß durch das Rehwild ausgesetzt (Buchensalat!). Besonderen Schaden richtet bei der Verjüngung auch der Finkenfraß, besonders der in Mastjahren scharenweise auftretenden Bergfinken, an, die auf großen Plätzen die Bucheckern fast restlos verzehren. In der ganzen ersten Jugendperiode bis zur Mannshöhe bildet aber der Spätfrost die hauptsächlichste Dauergefahr. Tödlich ist er zwar nur in der ersten Jugend, aber öfterer Frostbefall wirkt immer verunstaltend auf die Stammbildung. Solche Bestandesstellen in Frostlöchern heben sich auch später stets durch krumme, knorrige Stamm- und Astbildung hervor. Bei gut gelungener Verjüngung nach Vollmastjahren zeigt der Jungbestand oft eine unglaubliche Dichte (Abb. 133). Ich habe in Dänemark, aber auch im Solling und im unteren Harz

kaum kniehohe Verjüngungen gesehen, in die man keine zehn Schritte hineingehen konnte, weil alles unter dem Fuß von dichtstehenden Jungpflanzen federte. Die Verjüngung steht dann tatsächlich, wie man bei solchen Gelegenheiten scherzhaft, aber doch mit einem gewissen Stolz zu sagen pflegt, „wie die Haare auf dem Hund“! Obwohl ein solcher überdichter Stand durchaus nicht als besonders erstrebenswert bezeichnet werden kann und man in solchen Fällen sogar zu recht groben Verdünnungsmitteln (Buchenhobeln, d. h. kreuzweises Durchreißen mit dem Pflug) gegriffen hat, so sind die Schäden im allgemeinen doch nicht so groß wie bei ähnlich dichten Fichtenjungwüchsen, da solche Fälle bei der Buche meist nur auf den besten Böden eintreten, diese auch nicht soviel Wasser verbraucht und rascher eine Differenzierung in den Beständen eintritt. Die Folgen sind daher hier auch seltener vollständige Stockungen. Meist ergibt sich nur ein anfangs spärlicher (schwuppiger) Wuchs, der allerdings gelegentlich auch einmal zu Schneedruck im Dickungsalter führen kann. Häßliche Schäden verursacht im Aufwuchs oft der Mäusefraß durch Ringelung der jungen Stämmchen über dem Wurzelknoten. Besonders empfindlich werden solche Schäden bei Pflanzungen (Nachbesserungen und Unterbau) und an Feldrändern, wo die Mäuse überhaupt besonders zahlreich auftreten.

Die Stammzahlen sind im Stangenholzalder gewöhnlich noch sehr hoch (40jährig noch 6000—8000 Stück, ähnlich so hoch nur bei der Tanne, aber um 50% höher wie bei Fichte und doppelt so hoch wie bei Kiefer und Eiche).

Schon im jungen Stangenholz und im ganzen späteren Alter fällt beim Buchenbestand eine starke Gliederung in vorwüchsige und zurückbleibende Stämme auf, die vielfach den Anschein von großer Ungleichaltrigkeit erweckt, in Wirklichkeit aber mehr auf der langen Lebensfähigkeit der unterdrückten Bestandsglieder beruht. Bei der Neigung dieser letzteren, auch noch Schattenwasserreiser zu bilden, kann man gerade bei den Buchenstangenhölzern bei entsprechender Handhabung der Durchforstung öfter jenen erwünschten Zustand des Vertikalschlusses finden, bei dem ein grüner Laubschleier den ganzen Raum von oben bis unten durchzieht (Abb. 134).

Das Wachstum der Buche im Stangen- und jungen Baumholzalder ist verhältnismäßig lange nachhaltig und flaut erst verhältnismäßig spät ab. Gefahren spielen bei ihr dann kaum noch eine wirtschaftliche Rolle. Am ehesten macht sich noch in manchen Jahren der Larvenminierfraß des Buchenspringrüßlers (*Orchestes fagi*) in den jungen Blättern bemerkbar. Bei starker Vermehrung sehen die Buchenkronen dann braun überlaufen aus. Die Beschädigung wird fälschlich oft mit Frost verwechselt. Schwerer Schaden dadurch ist aber noch nie bemerkt worden. Noch seltener findet an der Buche ein Massenkahlfraß durch die Raupe des Rotschwanzes (*Dasychira pudibunda*) statt, der im übrigen



Abb. 134. Etwa 40jähriges Buchenstangenholz aus Naturverjüngung auf mergeligem Endmoränenboden der Mark (Oberförsterei Chorin). Links undurchforstet, rechts durchforstet. Starke Gliederung in vorwüchsige und zurückbleibende Bestandsglieder. Durchschleierung des ganzen Stammraumes durch die unterdrückten Stämmchen und durch Wasserreiserbildung. Aufn. von Japing.

ebenfalls nie Absterben oder Eingehen ganzer Bestände zur Folge hat. Buchenwollaus und Hand in Hand damit der Schleimfluß befallen nur einzelne Stämme und führen auch an diesen nur selten zu schweren Erkrankungen. Hauptsächlich

technisch schädlich wird besonders im Stangenholz der Buchenkrebs (*Nectria ditissima*), wenn er als Stammkrebs am unteren oder mittleren Schaft auftritt und durch seine Beulen und Wülste die Nutzholzverwendung beeinträchtigt. Im allgemeinen ist aber die Buche heute weit aus die gesichertste unserer Holzarten, zumal ihr auch Sturm- und Schneeschäden so gut wie nichts anhaben.

Noch im höheren Alter ist der Bestand sehr dicht und dunkel. Auch die schwächeren Glieder haben sich dann bis an und in den oberen Kronenraum eingeschoben. Der Stammraum ist wieder leer geworden. Das von den glatten, runden Schäften getragene Kronendach mit den spitz nach oben laufenden Ästen erweckt den Eindruck gotischer Dome (Abb. 135).

Die Massenleistungen im 100jährigen Alter sind für Preußen nach der Schwappachschen Tafel von 1893 für gewöhnlichen Schluß¹:



Abb. 135. Sehr gutwüchsiger, langer und schlanker Rotbuchenaltbestand im westdeutschen Mittelgebirge, etwa 100jährig. Die schwächeren Glieder haben sich nach oben eingeschoben. Dichter, horizontaler Kronenschluß. Bodendecke Laubstreu mit nur ganz schwacher Begrünung. Aufn. von Japing.

Ertragsklasse	Stammzahl	Mittlere Höhe m	Durchm. cm	Derbholzmasse fm	Gesamtzuwachs (Derbholz + Reisig) fm
I	500	30	33	620	1060
III	800	24	23	390	650
V	1500	15	15	200	330

Die Leistungen bleiben also hinter Fichte und Tanne erheblich zurück. Noch schwerer ins Gewicht fällt aber die geringe Nutzholzausbeute, da gewöhnlich nur der unterste Stammteil hochwertiges Nutzholz ergibt, der obere aber wegen Krümmungen und Ästigkeit meist nur minderwertige Stücke (Schwellen). Jedenfalls ist das Nutzholzprozent recht gering. Erst in neuerer Zeit hat die Buche überhaupt eine steigend bessere Verwertung gefunden. Noch vor wenigen Jahrzehnten war das in so geringem Maße der Fall, daß man sie vom finanziellen Gesichtspunkte aus als eine „verlorene Holzart“ bezeichnen zu müssen glaubte. Erfreulicherweise haben sich diese Verhältnisse aber wieder mehr und mehr zu ihren Gunsten verschoben.

¹ Die spätere Tafel von 1911 hat ungewöhnlich niedrige Stammzahlen infolge stärkerer Durchforstungen, gibt daher die natürlichen Verhältnisse nicht so gut wieder.

Ihre hohen pfleglichen Eigenschaften durch Beschattung des Bodens und die intensive, verhältnismäßig tiefgehende Bewurzelung (Herzwurzel), die die Nährstoffe von unten heraufholt, ihr mineralstoff-, insbesondere kalkreicher Streuabfall, der dann der Oberfläche zugute kommt, haben ihr waldbaulich immer eine hohe Wertschätzung gesichert, die sich in dem schon aus alter Zeit stammenden Beinamen „Nährmutter des Waldes“ ausdrückt. Allerdings besitzt sie diese schätzenswerten Eigenschaften nicht überall. Auf untätigen Böden im nordwestdeutschen Heidegebiet, in höheren Berglagen, aber auch auf den leichteren Sanden des trockenen Ostens zersetzt sich schließlich auch bei ihr die Streu nicht mehr rasch genug und bildet dann ebenfalls Rohhumus.

Auf solchen geringeren oder doch nur mittelguten Böden ist die Buche auch durch ihre dichte Trauf- und Wurzelbildung recht unverträglich für die Verjüngung unter ihr, so daß H. Mayr sogar das bittere Wort für sie prägte, daß sie eine Mutter sei, die ihre eignen Kinder auffräße! Man hat auf solche und andere ungünstigen Stellen, wo der Wuchs nachläßt und die Verjüngung Schwierigkeiten macht, den Ausdruck „Buchenmüdigkeit“ geprägt, der im Anschluß an ähnliche Ausdrücke in der Landwirtschaft (Kleemüdigkeit) doch wohl ausdrücken soll, daß die Buche hier durch die Folge ihrer Generationen den Boden übermäßig und einseitig in Anspruch genommen hat, so daß sie nun nicht mehr darauf wachsen könne. Nachgewiesen ist die Richtigkeit dieser Anschauung aber nicht, vor allen Dingen nicht, daß eine generationsweise Verschlechterung des Bodens und ein allmählicher Rückgang des Wuchses eingetreten ist. Und nur dann hätte man eine Berechtigung, von „Müdigkeit“ zu sprechen.

Auffällig ist freilich, daß die Buche sich auf solchen Standorten überhaupt eingefunden und die wahrscheinliche Vorbestockung von Kiefer oder Eiche verdrängt hat. Aber auch diese werden eben auf solchen ungünstigen Stellen besonders schwach und wenig kampfkraftig gewesen sein. Möglicherweise hat sich auch die Einwanderung der Buche s. Z. unter einem etwas günstigeren Klima wie heute vollzogen, und dann hätte der Begriff der Buchenmüdigkeit allerdings eine gewisse Berechtigung.

Wie dem auch sei, so ist es zweifellos richtig, in solchen Fällen zum Nadelholz — meist aber nicht zur Fichte, sondern besser zur Kiefer, hier und da wohl auch Lärche, immer aber unter Erhaltung der Buche als Mischholz, überzugehen. In allen Fällen ist der Grund des Versagens der Buche aber erst sorgfältig zu prüfen, ehe auf „Buchenmüdigkeit“ erkannt wird. Sehr häufig ist man damit zu rasch bei der Hand gewesen und lagen nur wirtschaftliche Fehler vor, wo Müdigkeit festgestellt wurde!

Im allgemeinen wird aus finanziellen wie rein waldbaulichen Gründen das Bestreben der Wirtschaft überall darauf gerichtet sein müssen, nicht wieder große Reinbestände nachzuziehen, sondern der Buche überall passende und wertvolle Mischhölzer beizugeben. Manche voll Stolz gezeigte gelungene Buchenvollverjüngung „wie aus einem Guß“ ist nach diesen Gesichtspunkten eigentlich als verfehlt zu bezeichnen!

6. Der Eichenbestand.

Verbreitung. Der Eichenbestand tritt in Deutschland in den beiden Formen des Stiel- und des Traubeneichenbestandes auf. Beide haben aber als Bestände so viel Gemeinsames, daß sie hier zusammenfassend behandelt werden können. Auf Abweichungen wird im einzelnen einzugehen sein.

Reine Eichenbestände sind wahrscheinlich von Natur in Deutschland selten. Große Eichenwaldungen haben wir überhaupt kaum bei uns.

Etwas anders liegen die Verhältnisse in Frankreich, ganz besonders aber in den südost-europäischen Tiefebene (Südrußland, Walachei und Slawonien), wo der Eichenwald noch auf großen zusammenhängenden Flächen auftritt.

Die verhältnismäßig hohen Ansprüche, die beide Eichen machen, beschränken ihr stärkeres Auftreten auf die Lehmböden. Als ausgesprochene Lichtholzarten haben sie aber nicht die Kraft, hier andere Holzarten ganz fernzuhalten, vielmehr unterliegen sie vielfach den Schatthölzern, bei uns insbesondere der Rotbuche, die bei ihrer Einwanderung in Deutschland nach der Eiszeit sich wohl größtenteils an den Platz der Eiche gesetzt hat. Diese Verdrängung dürfte sich vielerorts sogar erst in der frühgeschichtlichen Zeit vollzogen haben, wie das z. B. Vanselow für den Spessart annimmt¹. Es ist auch sehr bezeichnend, daß da, wo die Buche fehlt, wie im Überschwemmungsgebiet unserer Ströme, der Eichenwald gleich stark hervortritt. Freilich trägt er auch dort durch die Beimischung anderer Holzarten, besonders Rüster, Hainbuche und Esche, meist nicht ausgesprochenen Reinbestandscharakter.

In diesen Auewaldungen, die sich übrigens auch in den Niederungen der kleineren Seitenflüsse noch zerstreut finden, herrscht die Stieleiche vor. Ebenso tritt diese mehr im Norden, im niederen Westfalen und nördlichen Hannover, in Schleswig, Mecklenburg und schließlich auch in Ostpreußen auf den litauischen Lehmböden stärker auf, während die Traubeneiche bestandsbildend mehr auf den wärmeren unteren Lagen der westdeutschen Gebirge und im ostdeutschen Hügelland verbreitet ist. Durch künstliche Kultur sind aber seit alter Zeit beide Arten vielfach durcheinander gebracht worden, übrigens nicht zum Besten ihrer richtigen wirtschaftlichen Leistungsfähigkeit.

Bestandestypen. Der geringere Spielraum, den der Eichenbestand in bezug auf die Güte des Standorts besitzt, zeigt sich schon rein äußerlich darin, daß man in den Ertragstafeln nur zur Ausscheidung einer geringeren Anzahl von Bonitäten gekommen ist als die üblichen 5 (so Wimmenauer für Hessen 1900 nur 4, Schwappach für Preußen 1905 sogar nur 3!). Über die begleitende Standortflora liegen bisher nur Untersuchungen von Hartmann für einige hessische Eichenbestände² vor. Für die Niederungsböden im Auegebiet fehlen sie noch ganz.

Die geringsten Stufen liegen zumeist auf sandigeren Böden, auf flachgründigen Köpfen, z. T. auch auf strengen, zur Verschlämmung neigenden Tonböden. Der Wuchs der Eiche ist dann schon frühzeitig stockend. Die sonst glatte Spiegelrinde der jungen Stangen wird rasch korkig, Stamm und Äste weisen starken Flechtenbewuchs auf, die Schaftbildung ist krumm und in äußersten Fällen krüppelig. Im 100. Jahr beträgt die Höhe nach Schwappach auf der schlechtesten (III.) Bonität etwa 17 m. Der Boden zeigt in solchen Beständen nach Hartmann in noch verhältnismäßig spätem Alter einen auffallend hohen Anteil unbestockter Fläche und Artenarmut überhaupt, während sonst beim Eichenwald gerade das Gegenteil der Fall ist.

Auch hier bezeichnet das Auftreten der Heidelbeere, der Angergräser und der schlechteren Moose (*Dicranum*, *Polytrichum* u. a.) die ungünstigen Standorte. *Calluna* findet sich auf den Hartmannschen Flächen nicht, ist aber auf anderen geringeren Eichenböden nach meinen Beobachtungen doch recht häufig. Ob dieser Typ noch schlechtere Leistungen zeigt wie der Myrtillus-Typ, müßte noch untersucht werden. Auf den besten Böden geht die Bestandshöhe im 100-jährigen Alter bis 27 m herauf. Der Boden ist sehr stark mit Süßgräsern bewachsen, unter die zahlreiche Krautarten eingemischt sind.

So fand Hartmann *Oxalis*, *Anthoxanthum*, *Anemone*, *Primula*, *Galeobdolon*, *Ajuga* u. a., während *Melampyrum pratense*, *Potentilla* und *Lactuca* nach ihm noch bis zu geringeren Typen mit beginnender Rohhumusbildung auftreten.

¹ Vanselow: Die Waldbautechnik im Spessart. Berlin 1926.

² Hartmann: Die Bestandesbodenflora als Ausdruck der Gesamtwirkung aller Standortsfaktoren. Z. f. Forst- u. Jagdwes. 1923, S. 609ff.

Einen besonderen Typ bildet der Stieleichenwald auf Aueboden. Neben der schon erwähnten, fast immer vorhandenen Beimischung von Rüster, Esche und Ahorn finden wir in ihm auch häufiger noch die sonst sehr seltenen Wildobstbäume eingesprengt. Fast immer ist auch der Strauchunterstand (*Crataegus*, *Prunus spinosa*, *Lonicera*, *Rhamnus cathartica* u. a. m.) gut entwickelt. Alle unsere Lianen (Epheu, Waldrebe, windendes Gaisblatt und wilder Hopfen) treten auf und geben dem Wald etwas Urwaldartiges. In der Kräuterschicht entwickelt sich die Brennessel zu dichten und weit über meterhohen Beständen.

Bestandesentwicklung. Die Eichenbestände entstehen heute wohl ebenso oft noch natürlich wie künstlich durch Saat oder Pflanzung. Im ersteren Fall sät man gern auf etwas breiteren und tief gelockerten Streifen und behackt die Saaten in den ersten Jahren gegen den fast immer sehr üppigen Unkrautwuchs, in dem sich die Eiche aber, wenn nicht Frost und Wildverbiß hinzukommen, meist zäh hält und verhältnismäßig gut durchkämpft (Abb. 136). Bei der Pflanzung wird jetzt mehr die Kleinpflanzung vorgezogen, während man früher oft große und starke sog. Heister verwendet hat, die in sehr weitem Verband, bis 4 m im Quadrat, gesetzt wurden, was sehr stammzahlarme und lichte Bestände ergab. Oft hing das mit Mast- und Weideberechtigungen zusammen. Viele unserer alten Eichenbestände aus Pflanzung sind solche alten „Hutewälder“ gewesen.



Abb. 136. 5jährige Eichenstreifensaat auf rajolten Streifen. Sehr wüchsig und geschlossen und bereits aus dem Graswuchs heraus. Aufn. von Japing.

Die Pflanzung der Eiche war in früheren Jahrhunderten wegen der Schweinemast vielfach sogar den Anwohnern des Waldes behördlich vorgeschrieben. Brautleute mußten vor der Verheiratung erst eine Anzahl solcher Eichenheister gepflanzt haben. Daraus entstanden dann Forstortsnamen wie Bräutigamseichen, Bräutigamskoppel u. dgl.

In großem Umfang findet sich bei der Eiche auch noch die Entstehung aus Stockausschlag, besonders in den auf Schälrinde und Rebpfähle genutzten Niederwaldungen des Westens.

Im allgemeinen zeigt die Eiche bei uns eine verhältnismäßig noch gute Verjüngungsfreudigkeit. Es ist eine aus alter Praxis bekannte Erfahrung, daß sie sich sogar noch in verlichteten und verbeerkrauteten Altbeständen durchsetzt, wenn man nur Zeit und Geduld hat, zu warten. Berühmt sind nach dieser Beziehung z. B. die Verjüngungen, die der verstorbene Forstmeister Michaelis im Bramwald bei Hann.-Münden auf mehrere hundert Hektar großen, verbeerkrauteten und verheideten Huteeichenflächen ohne jede Bodenbearbeitung

erzielt hat¹. Erschwerend ist im allgemeinen nur der seltene Eintritt starker Samenjahre.

Alle Verjüngungen, natürliche wie künstliche, leiden in den ersten Jahren sehr stark unter Wildverbiß, da die Eiche ganz besonders gern angenommen wird. Auch Spätfröste schaden in den ersten Jahren, obwohl sie selten so stark und vernichtend auftreten wie bei der Jungbuche. Die Erholungsfähigkeit durch kräftige Johannistriebe ist bei der Eiche sehr groß. Die Johannistriebbildung, die nach vorhergehender Beschädigung bei beiden Eichenarten die Regel ist, tritt bei der Stieleiche häufig auch ohne solche auf und führt dann leicht wegen der ungenügenden Verholzung im Herbst wieder



Abb. 137. Junge, etwa 10jährige Eichendickung aus Streifensaat, an sich gutwüchsig, aber die stets in diesem Alter vorhandene Neigung zu Knickigkeit zeigend. Vergrasung zurückgegangen, aber trotz guten Schlußstandes noch immer reichlich. Aufn. von Japing.

zu Frühfrostbeschädigungen, die zu Sperrwüchsigkeit und schlechten Stammformen Veranlassung geben.

Eichensaatensind durch Wildschweine sehr gefährdet, die die Eicheln reihenweise auf ganzen Flächen aufnehmen. Daher sind solche Saaten in Revieren mit Schwarzwildbestand nur in starken Gattern hoch zu bringen. Auch der Eichelhäher tut stellenweise Schaden, indem er die Eicheln aus der Saatrille aushackt.

Der Wuchs in der ersten Jugend ist auf guten Böden rasch. Die Eiche ist hier der Buche anfänglich meist überlegen, wird aber fast immer vom Wildverbiß zurückgehalten, wodurch das Verhältnis vielfach umgekehrt wird. Der Schluß und die Beschattung des Bodens ist aber selbst in der Dichtung nie so dicht wie bei der Buche. Der Graswuchs verschwindet eigentlich nie ganz, und im jungen Stangenholzalter nimmt er meist schon wieder zu (Abb. 137).

In diesem Alter zeigen auch an sich gutwüchsige Bestände immer eine leicht knickige Schaftbildung, die sich aber später ausgleicht. Man sagt, „die Eiche zieht sich noch gerade“. Bei guter Wüchsigkeit ist die Rinde lange glatt und glänzend (Spiegelrinde). Neben Spätfröste tritt im Dickungs- und Stangenholzalter manchmal Hagelschlagschaden auf, der besonders in Niederwaldungen bei der Gewinnung der Schälrinde empfindlich wird. Seit einigen Jahrzehnten zeigt sich in Jungwüchsen und Dickungen, in schwereren Fällen bis in die höheren Kronen der Baumhölzer hinein, Befall durch den Mehltaupilz, bei dem sich die Blätter mit einem weißen Belag überziehen, kümmern und vielfach absterben. Besonders stark werden junge, saftige Triebe von Stockausschlägen und die Johannistriebe befallen, weswegen die Stieleiche wieder meist stärker leidet als die Traubeneiche.

Über das gegenseitige Verhalten der beiden Eichenarten im Höhenwuchs bestehen noch verschiedene Anschauungen. Schwappach² fand durch Stamm-

¹ Vgl. Godbersen: Die waldbaulichen Ergebnisse der Michaelisschen Wirtschaft. Festschrift d. Hochsch. H.-Münden 1924.

² Schwappach: Untersuchungen über die Zuwachsleistungen von Eichenhochwaldbeständen in Preußen. Neudamm 1920.

analysen an alten Stiel- und Traubeneichen auf allen drei Standortsklassen etwa bis zum 40. Jahre ziemlich gleiches Verhalten, von da ab war aber die Stieleiche bis zum 100. Jahr durchweg etwas überlegen (1—2 m).

Jedenfalls bedürfen beide Arten zum Höhen- wie zum Dickenwachstum vom Stangenholzalter an sehr viel Licht und Kronenspielraum. Im allgemeinen hält man die Stieleiche hier für lichtbedürftiger. Man will das auch schon aus ihrer Belaubung ableiten, die mehr gebüschelt an den äußeren Zweigspitzen sitzt, während die Traubeneiche die Blätter mehr am Zweige verteilt hat und mehr bis ins Innere der Krone hinein belaubt ist. Von beiden Eichen gilt aber mehr oder weniger die alte Praktikerregel: „Kopf frei, Fuß bedeckt!“ Letzteres ist allerdings in reinem Eichenbestand nicht zu erreichen, da ganz im Gegensatz zur Buche sich hier kein vertikaler Schluß durch zurückbleibende Glieder ausbildet, sondern diese sehr rasch ausscheiden¹ (Abb. 138). Daher wird der Eichenbestand im allgemeinen im Stangenholzalter mit Buche unterbaut. „Die Buche ist der Eiche Doktor!“ Sowohl bei zu viel Licht (plötzlichen Freistellungen) wie auch bei zu dunklem Stand (unterdrückten, eingeklemmten Stämmen) zeigt sich Neigung zur Wasserreiserbildung, die bei starker Bildung teils den Holzwert herabsetzt, teils auch durch Wasserentzug die Krone schädigt (Zopftrocknis). Die Stieleiche neigt mehr zu solcher Wasserreiserbildung als die Traubeneiche.



Abb. 138. Gutwüchsiger, 70jähriger Eichenbestand in der Oberförsterei Haste (Hannover). Trotz Stieleiche sehr gute Stammformen, aber lockerer, lichtdurchlässiger Kronenschluß, kein Unterstand, starke Vergrasung. Aufn. von Japing.

Die Massenleistungen sind im 100jährigen Alter nach Schwappach 1920 (ohne Unterscheidung nach Stiel- und Traubeneiche) je Hektar:

Standortsklasse	Stammzahl	Mittlere		Derbholz- masse fm	Gesamtzuwachs (Derbholz + Reisig) fm
		Höhe m	Durchm. cm		
I	230	27	40	400	1000
II	320	22	33	300	780
III	450	17	27	230	600

Die Althölzer sind meist licht und bei der lockeren Belaubung und den kräftigen Böden tritt bei Reinbestockung immer sehr starke Vergrasung auf (Abb. 139). Wegen der geringen Stammzahlen (in den Schwappachschen Tafeln allerdings durch kräftige Durchforstungen besonders vermindert) sind die Derbholzmassen gering, trotzdem die Stammstärke des Durchschnittsstammes im Verhältnis zu Buche, Kiefer und Fichte überlegen ist. Verhältnismäßig groß ist in der Derb-

¹ Vgl. hierzu die sehr bemerkenswerten Beobachtungen Godbersens zu den dahingehenden Versuchen von Michaelis (Fußnote S. 322).

holzmasse auch der Anteil der Äste, die besonders bei der Stieleiche oft sehr stark und tief angesetzt sind, während der Traubeneiche eine höher angesetzte Krone und damit längere und bessere Schaftausbildung nachgerühmt wird. Wieviel an diesen Beobachtungen richtig ist, ist schwer zu sagen, da bei der Stieleiche durch ihr häufiges Aufwachsen als frei stehendes Oberholz im Mittelwalde (vgl. S. 485) vielfach nur die äußeren Umstände die starke Ästigkeit begünstigt haben dürften.

Das wirtschaftliche Schwergewicht der Leistung liegt beim Eichenbestand weniger in der Masse als im Wert des Holzes, das als Nutzholz obenan unter allen unseren Hauptholzarten steht. Da hier besonders feinringiges Starkholz (Furnierholz) ungewöhnlich hohe Preise erzielt (500 M. und



Abb. 139. 120jähriger gutwüchsiger Stieleichenbestand auf diluvialen Lehm in der Oberförsterei Haste in Hannover. Schon etwas lückig, daher nur noch 600 fm Derbh. je Hektar, Wasserreiserbildung an den Stämmen, üppiger Unkrautwuchs. Aufn. von Japing.

Schwappach in Frankreich zwischen Le Mans und Tours, wo noch etwa 3000 ha Eichenbestände stocken „von einer Schönheit, Schaftreinheit und Vollkommenheit, wie sie wohl sonst nirgends mehr vorkommen“.

Im allgemeinen konnte auch der Eichenbestand bisher als recht gefahrensicher gelten. Windwurf kommt wegen der tiefen und kräftigen Bewurzelung (Pfahlwurzel) bei ihr am allerseltensten vor. Von Insekten verursacht zwar der Maikäfer manchmal Kahlfraß. Es erfolgt aber immer noch im selben Jahr Neubelaubung. Etwas gefährlicher erscheint der in letzter Zeit recht häufig gewordene Kahlfraß durch den Eichenwickler (*Tortrix viridana*), namentlich dadurch, daß er wiederholt in mehreren Jahren nacheinander auftritt.

In allerjüngster Zeit ist aber auch bei der Eiche, und zwar etwa gleichzeitig in ganz verschiedenen Gebieten (Westfalen, Sachsen, Pommern, Slawonien und einigen anderen Stellen) ein massenhaftes „Eichensterben“ aufgetreten, das die

mehr je Festmeter) und die lange Lebensdauer der Eiche ein spätes Hiebsalter begünstigt, so ist das Ziel der Wirtschaft hier mehr wie bei den anderen Holzarten auf Starkholzerziehung in sehr langen Umtrieben gerichtet. Die besten und wertvollsten Eichenbestände Deutschlands stocken heute noch im Spessart und sind 300 und mehr Jahre alt. In diesen Altern sind die Stämme dann in Brusthöhe 80 bis 100 cm stark, und beste ausgewählte Stammabschnitte bringen heute vereinzelt sogar über 1000 M. je Festmeter¹. Diese Stücke sind fast durchweg Traubeneichen. Überhaupt gilt das Holz dieser Art als hochwertiger (feiner, milder) als das der Stieleiche, das gewöhnlich härter und dunkler und daher zu Messerfurnieren weniger geeignet ist. Doch werden auch hier Ausnahmen erwähnt, die wohl durch Boden und Erziehungsweise bedingt sind.

Die schönsten und massenreichsten Eichenbestände größten Umfanges fand

¹ Endres, G.: Die Eichen des Spessarts. Forstwiss. Zbl. 1929, S. 232.

bisherige Sicherheitsschätzung doch erheblich erschüttert. Falck¹ glaubt, die Ursache in einer Verkettung ungünstiger Umstände: Schwächung durch Trockenjahre, dann Mehлтаubefall und Wicklerfraß, schließlich Hallimasch suchen zu müssen. Von anderer Seite sind andere Erklärungen versucht worden. In den letzten Jahren scheint die Erkrankung aber glücklicherweise zum Stillstand gekommen zu sein.

In Einzelfällen ist auch ein Eingehen von Eichenbeständen infolge Grundwassersenkungen durch größere Wasserabzapfungen (Entwässerung bei Meliorationen, Wasserwerkanlagen) beobachtet worden (vgl. Teil I, S. 129).

Auch für den Eichenbestand geht das neuere waldbauliche Streben nicht auf völligen Reinbestand, da dieser auf die Dauer immer starke Bodenverwilderung zur Folge haben muß. Die Beimischung eines deckenden Schattholzes ist also durchaus geboten. Auf besseren Standorten, die die Eichenzucht wirklich lohnen, wird man aber danach streben müssen, der ungeheuer wertvollen Eichenholzerzeugung soviel Fläche wie möglich zu erhalten. Jeder andere Baum im oberen Kronenraum bedeutet Verlust. Daher, und auch wegen der Empfindlichkeit der Eiche gegen Seitendruck, wird das vorzuzeichnende Ziel hier auf Reinbestand in der Jugend und späteren Unterbau mit einem passenden Bodenschutzholz, nicht auf gleichaltrige Mischung, zu richten sein, die meist schwierig, gefährlich und wertmindernd ist. Etwas anderes ist es natürlich, wenn es sich um weniger ausgeprägte Eichenstandorte oder überhaupt um die erstmalige Einführung der Eiche, z. B. in reine Buchenbestände, handelt. Ganz zweifellos gibt es in diesen allenthalben noch große, für die Eichenzucht geeignete Flächen. Jede eingesprenzte gutwüchsige Eiche sollte hier als Hinweis beachtet werden und dem Wirtschaftler zur Mahnung dienen, unserer wertvollsten und wohl aussichtsreichsten Holzart hier neues Feld zu erobern. Die Hartholzvorräte der Welt sind knapp und werden nach der Abwirtschaftung des ostamerikanischen Eichengebietes immer knapper werden. Deswegen sollte jeder Hektar deutschen Waldbodens, der für sie taugt, unserer Eiche wiedergewonnen werden! Man vermißt in vielen Buchenwäldungen Westdeutschlands heute noch die klare Erkenntnis dieses Wirtschaftsziels oder doch die tatkräftige Durchführung desselben!

7. Der Roterlenbestand.

Verbreitung. Der Roterlenbestand ist in der Hauptsache im nordostdeutschen Tiefland verbreitet. Hier tritt er inselartig in Reinbeständen auf, die durch ihre Tieflage und ihren hohen Grundwasserstand bedingt sind, der alle anderen Holzarten ausschließt und der besonders angepaßten Erle die natürliche Alleinherrschaft sichert. Sogenannte Brücher und Niedermoores sind ihre Standorte. In zwei Gebieten in Deutschland, im Spreewald und im Delta der Memelmündung, finden sich heute auch noch große Wälder dieser Holzart. In früheren Zeiten, vor den Flußregulierungen und großen Bruchmeliorationen, hat es solche sicher noch an mehreren anderen Stellen gegeben. So soll z. B. auch das große Oderbruch vor der Melioration durch Friedrich den Großen, der hier „eine ganze Provinz ohne Schwertstreich“ gewann, einstmals ein riesiger Erlenbruchwald gewesen sein.

Bestandestypen. Die geringsten und schlechtesten Formen liegen auf abflußlosen Senken mit kalkarmem Untergrund und sind meistens durch

¹ Falck: Eichenerkrankung in der Oberförsterei Lödderitz und in Westfalen. Z. f. Forst- u. Jagdwes. 1918. — Über das Eichensterben im Regierungsbezirk Stralsund. Festschrift d. Forstl. Hochsch. H.-Münden 1924.

Hochmoorbildungen oder Übergänge dazu gekennzeichnet (Auftreten von *Sphagnum*, *Eriophorum*). Meist hat dieser Typ bei uns keine wirtschaftliche Bedeutung mehr. Bedeutend besser, aber immerhin noch gering sind die



Abb. 140. Erlenbruchwald auf nassem Standort. Die Erlen stehen überall auf den hohen Bünten von Riedgräsern (*Carex spec.*). Das Wasser steht während des größten Teils des Jahres zwischen den Bünten. Aufn. von Dengler.

sehr nassen Brücher mit einem Wasserspiegel, der meist erst im Sommer bis Herbst verschwindet und wo die Erle dann auf den Bünten steht,

die die großen Riedgräser (*Carex*-Arten) bilden, während dazwischen noch eine ausgesprochene Sumpflvegetation herrscht (*Caltha palustris*, *Iris pseudacorus*, *Calla palustris*, *Menyanthes trifoliata*, *Hottonia palustris* u. a.) (Abb. 140).

Je weniger das Wasser oberflächlich ansteht, desto besser wird der Erlenbestand. Die besten Standorte sind solche mit nicht zu hoher Moorschicht über Lehm und solche mit Schlicküberlagerung durch durchfließende Wasserläufe (Abb. 141).

Die Erlen stehen dann unmittelbar auf dem Bruchboden, nicht auf



Abb. 141. Älterer, sehr gutwüchsiger Erlenbestand im Spreewald. Feuchter Boden mit Schlicküberlagerung durch fließendes Wasser. Aufn. von F. Schwarz.

Bülten. Dieser Typ zeigt vor allem als Standortsweiser für beste Klassen reiches Auftreten der Brennessel, des Farns *Asplenium filix femina*, des Milzkrautes; *Chrysosplenium alternifolium* u. a. m. Vielfach findet sich als Strauch die schwarze Johannisbeere (*Ribes nigrum*) und der windende wilde Hopfen (*Humulus lupulus*) (Annäherung an den Auewald). Faulbaum (*Rhamnus frangula*) und Werftweiden (*Salix cinerea, aurita*) kommen mehr auf den nassen, mittleren und geringen Standorten vor.

Bestandesentwicklung. Der Erlenbestand entsteht heute im Wirtschaftswald im großen und ganzen fast nur durch Stockausschlag. Daneben wird zur Ergänzung auch Pflanzung mit halbhoher sog. Lohden, hier und da auch Naturverjüngung durch Samenabflug von übergehaltenen Mutterbäumen mit herangezogen. Die Stockausschlagfähigkeit ist groß und nachhaltig, nur bei sehr alten ausgefaulten Stöcken bleibt sie aus.

Der Bestand ist in der ersten Jugend außerordentlich raschwüchsig, mit 3 Jahren schon 3 m, mit 15 Jahren schon 9—13 m hoch und übertrifft dann alle unsere anderen Hauptholzarten. Er hält auch noch im Stangenholzalter recht lebhaft an, um dann aber ungefähr mit dem 60. Jahre sehr stark und ziemlich unvermittelt nachzulassen. Mit dem 80. Jahre werden mit 20—25 m meist die höchsten Höhen erreicht. In einzelnen besonders guten Beständen in Ostpreußen und im Baltikum kommen aber auch solche über 30 m vor.

Die Massenleistungen betragen nach Schwappach, 1902, im 70jährigen Alter je Hektar:

Standortsklasse	Stammzahl	Mittlere		Derbholz- masse fm	Gesamtzuwachs (Derbholz + Reisig) fm
		Höhe m	Durchm. cm		
I	430	25	29	350	580
III	660	17	19	150	250

Die Gefährdung der Holzart ist gering. Gelegentlich schadet *Cryptorhynchus lapathi* durch seinen Larvenfraß im Holz so stark, daß die jungen Stämmchen nicht nur beulig werden, sondern auch abbrechen. Der Blatt- und Skelettierfraß von *Agelastica alni* ist zwar häufig stark, bedingt aber meist nur einen gewissen Zuwachsverlust. Das in letzter Zeit häufiger beobachtete Kümern und Eingehen von Erlenstangen auf manchen Stellen, schlechthin „Erlenkrankheit“ genannt, wurde z. T. mit dem Auftreten des Rindenpilzes (*Valsa oxystoma*) in Verbindung gebracht, der aber wohl nur sekundär auftreten dürfte. Wahrscheinlich ist die eigentliche Ursache in Trockniserscheinungen durch Grundwassersenkungen, in anderen Fällen durch Bezug ungeeigneten Pflanzenmaterials aus fremden Klimatalagen zu suchen (vgl. die Beobachtungen von Bansi in Ostpreußen, Teil I, S. 214).

Das Wirtschaftsziel wird bei der Erle auf den nassen Brüchern immer auf den Reinbestand beschränkt bleiben müssen. In Anbetracht der meist kostenlosen Verjüngung und der kurzen Umtriebe ist die Erlenwirtschaft hier auch durchaus rentabel. Der Zuwachs und die Ausformung besserer Stämme zur Erhöhung der Nutzholzausbeute verspricht sogar bei stärkerer Handhabung der Durchforstungen, als sie in der Praxis gemeinhin üblich ist, noch eine Erhöhung der Rentabilität. Vielfach besteht hier allerdings durch die Zugänglichkeit der Bestände nur bei starkem Frost ein gewisses Hemmnis.

Erlennutzholz, meist in Rollen, zu Zigarrenkisten, Bleistiften, Pantoffeln u. a. m., ist aber bei uns in steigendem Maße gefragt und sichert dem Bestand auch in Zukunft seine wirtschaftliche Bedeutung, zumal in den armen Sand-

gegenen des Ostens, wo die Erlenbestände oft die einzigen Laubholzoasen in dem eintönigen Kiefernmeer bilden und hierdurch auch einen waldästhetischen Wert gewinnen.

4. Kapitel. Die deutschen Mischholzarten.

A. Allgemeines.

Mit den vorgenannten 7 Hauptholzarten ist schon die Reihe derjenigen Bäume erschöpft, die bei uns in größerem Umfange reine Bestände oder gar ganze Waldungen bilden. Wir haben daneben nun noch eine Anzahl von anderen Arten, die bei uns niemals Wälder und ganz selten einmal kleine Bestände bilden. Diese können daher ihrer soziologischen Natur nach als Mischholzarten bezeichnet werden. Es sind das die Esche, die Hainbuche, die Ahorn- und Rüsternarten, die beiden Linden, die Birken, Pappeln und Weiden, die wilden Obstbäume, die Eberesche, Elzbeere und Eibe. Auch unter ihnen gibt es offenbar noch Unterschiede in der Besiedelungskraft, indem z. B. Esche, Hainbuche und die Birke noch öfter in kleinen Beständen aufzutreten pflegen als die anderen, von denen z. B. die Wildobst- und Sorbus-Arten nur noch vereinzelt und nicht einmal mehr in Horsten angetroffen werden.

Es ist nun eine eigentümliche Erscheinung, daß die gleichen Gattungen, die bei uns massenhaft und waldbildend auftreten, dies auch in den anderen Erdteilen der nördlichen Halbkugel tun, und daß ebenso die meisten unserer Mischholzgattungen auch anderswo nur als solche verbreitet sind. Kiefern-, Fichten-, Tannen-, Eichen- und Buchenwälder gibt es sowohl in Nordamerika wie im mittleren und nördlichen Asien. Eschen, Ahorne, Linden, Rüstern sind auch dort nur als Mischhölzer an der Waldbildung beteiligt. Das kann kein Zufall sein. Wir müssen annehmen, daß hier bestimmte ökologische Eigenheiten vorliegen, die den ganzen Gattungen gemeinsam sind, und die die Eroberungs- und Stoßkraft derselben überall auf der Erde in gewissen Grenzen bestimmen und abstufen. Wenn diese Kraft auch bei den waldbildenden Arten besonders wichtig sein muß, so bezeugt doch andererseits die Selbsterhaltung der Mischholzarten in ihrem jahrtausendelangen Kampf mit jenen, daß ihnen mindestens eine gewisse Zähigkeit innewohnen muß. Welche Eigenheiten hier im einzelnen die Stellung der Gattung oder Art in ihrem Kampf um den Raum entscheidend bedingen, das können wir nur ungefähr vermuten. Im allgemeinen wird das Ergebnis auch hier nicht von einer einzigen Eigenschaft, sondern von dem feinen Zusammenspiel aller abhängen.

In einzelnen Fällen erscheinen die Verhältnisse durchsichtiger, in anderen ziemlich rätselhaft. Betrachten wir z. B. die Kiefer und die Birke, die in ihren klimatischen und Bodenansprüchen ja ziemlich gleich sind, so fällt bei der Birke die Häufigkeit und Massenhaftigkeit ihrer Samenbildung und die oft beobachtete weite Flugfähigkeit des Samens auf. Wo nur einige Mutterbäume in der Gegend stehen, ist der Same so gut wie allgegenwärtig. Aber ein großer Teil ist schlecht keimfähig, das junge Pflänzchen ist im ersten Jahre äußerst winzig und zart. Von den zwar weithin vertragenen, aber dadurch auch sehr verdünnten Samen wird nur hier und da eines einen günstigen Fleck finden und sich durchsetzen. Ist keine Konkurrenz durch die Kiefer da, so werden diese wenigen zerstreuten Erstankömmlinge bei ihrer frühen Mannbarkeit vielleicht schon nach 15—20 Jahren eine neue und nun erheblich dichter stehende zweite Generation erzeugen. In 30—40 Jahren kann schon ein kleiner Birkenbestand da sein. So ist es auch tatsächlich im östlichen Urwald nach Waldbränden oft beobachtet. Die Kiefer trägt nicht so häufig Samen, ihr Same fliegt auch nicht so weit, aber er liegt deswegen auch dichter beisammen, seine Keimfähigkeit ist groß. Von vornherein hält daher jeder Mutterbaum seine Nachkommenschaft besser zusammen. Der Anflug bildet sofort wieder einen Bestand. Dringt nun ein solcher entweder langsam von außen oder rascher noch von innen, etwa von einzelnen dickborkigen, beim Waldbrand am Leben gebliebenen Altkiefern in den Birkenbestand ein, so ist damit das

Schicksal des letzteren besiegelt. Die Birke erreicht ja niemals das Lebensalter der Kiefer, auch ist sie noch erheblich lichtbedürftiger wie diese. Es wird sich also viel häufiger Kiefernachwuchs unter benachbarten Birken einfinden können als umgekehrt. Langsam, aber stetig wird die Birke verdrängt und kann sich schließlich nur noch auf Lücken zwischen den Kiefern halten. Solche Lücken werden ja auch später immer auftreten und ihr einen Platz sichern, da sie mit ihrem allgegenwärtigen Samen sofort wieder zur Stelle ist. Aber ihre Vorherrschaft ist gebrochen. Die Kiefer ist waldbildend geworden, die Birke ist zur Mischholzart heruntergesunken. Noch rascher entscheidet sich der Kampf, und noch vollständiger ist die Verdrängung der Birke natürlich, wenn sie mit der Schattholzart Fichte zusammentrifft. Derartige Beispiele sind nicht etwa erfunden, sondern sie sind in nordischen Ländern, in Rußland und auch in Amerika, nach Waldbränden im Urwald in allen Entwicklungsstufen zu finden und zu beobachten.

Wir sehen also in unserem Beispiel, wie die Art der Samenverbreitung, die Keimfähigkeit des Samens, das Lichtbedürfnis der Art und die Lebensdauer der Bäume in ihrem Zusammenwirken die eine Art zur Bestandesbildung, die andere zur Mischholzart führen. In anderen Fällen können auch besondere Ansprüche an den Boden die Seltenheit des Vorkommens bedingen. So verlangt z. B. die Esche frische bis feuchte und humose Standorte, die aber nicht sauer sein dürfen, wie sich solche nur gelegentlich in Schlenken und Mulden, an Bruchrändern oder schlicküberlagerten Ufern finden. Dadurch ist ihr Vorkommen von vornherein auf kleine Flächen beschränkt. In manchen Fällen ist das Verhalten der Arten aber doch ziemlich rätselhaft, z. B. bei den Rüstern, wo besonders die verschiedene Häufigkeit der drei sich doch so nahestehenden Arten auffällt: Feldrüster noch am häufigsten, Bergrüster schon seltener und höchstens gruppenweise, Flatterrüster ganz selten und nur vereinzelt. Man kann sich auch hier wohl Vermutungen über die Gründe im einzelnen hingeben, die aber keinen Wert haben, da unmittelbare Beobachtungen fehlen. Jedenfalls ist aber so viel sicher, daß weite Flugfähigkeit des Samens allein keinesfalls Massenhaftigkeit des Auftretens bedingt, sondern eher das Gegenteil. Man vergleiche z. B. das Vorkommen von Weide, Aspe, Birke, auch Esche, Rüster und Linde gegenüber den schwersamigen Holzarten Rotbuche und Eiche!

B. Die einzelnen Mischholzarten nach ihrem forstlichen Verhalten.

1. Die Birken, und zwar die Weiß- oder Raubbirke (*Betula verrucosa Ehrh.*) und die Haar- oder Ruchbirke (*Betula pubescens Ehrh.*). Die erstere ist bei uns die bei weitem häufigere und hauptsächlich auf armen trockenen Böden (Sandbirke) verbreitet. Doch findet sie sich auf Lücken und Blößen im Walde auch auf besseren und besten Böden. Starkes Auftreten in älteren Beständen ist bei uns meist ein Zeichen vorangegangener schlechter Wirtschaft (alte Räumden). So ist sie auch in den Heidegebieten Deutschlands auf den dortigen Rohhumusböden sehr häufig.

Die Haarbirke ist demgegenüber bei uns meist nur auf feuchten, moorigen Stellen (Bruchböden) und sogar auf Hochmooren verbreitet (Moorbirke). Sie ist die eigentliche nordische Birke und dementsprechend nimmt ihre Häufigkeit bei uns auch von Nordosten (Ostpreußen) nach Süden und Westen zu ab, und sie beginnt erst wieder in den Hochlagen der Gebirge stärker vor *verrucosa* hervorzutreten.

Beide Birken sind die ausgesprochensten Lichthölzer und ihre Kronen äußerst locker und durchlässig (bei *pubescens* angeblich etwas dichter). Der Boden ist daher unter ihnen je nach der Güte immer mehr oder weniger verwildert. Alle Typen, von der Renntierflechte bis zu den üppigsten Süßgräsern, finden sich vor. Ein treuer Begleiter ist der Birkenpilz (*Boletus scaber*) (Mykorrhizapilz der Birke).

Die Entstehung erfolgt meist durch Samenflug von weither. Mit der Naturverjüngung der Birke ist es aber häufig eine merkwürdige Sache. Da, wo man sie haben will, kommt sie nicht, während sie sich an anderen Stellen, wo man sie nicht braucht oder doch nichts dazugetan hat, oft massenhaft einfindet.

Die Entwicklung im ersten Jahre ist winzig, nachher wird der Wuchs rasch, läßt aber bei uns bald nach. Zwischen 60—80 Jahren hört er meist auf, und die Hiebsreife tritt frühzeitig ein, was besonders bei horst- oder gruppenweiser Einmischung in langlebigere Hauptbestandsarten sehr unangenehm ist.

Die Gefahren sind gering. Beide Birken sind sehr frosthart. Gern nimmt der Maikäfer, namentlich in den reinen Kiefernwaldungen, die Birke an. Wegen ihrer verhältnismäßig flachen Bewurzelung, namentlich auf nassen sowie auf Lehmböden, tritt häufig im Alter Windwurf ein. Ebenso ist eine von unten ausgehende Rot- oder Herzfäule manchmal die Ursache von Bruch und schädigt immer die Nutzholzverwendung. Der Wuchs des Stammes ist bei uns fast immer krumm, ganz im Gegensatz zu den schlanken und geraden Schäften im Norden. Das Holz wird meist nur als Wagener- und Stellmacherholz und zu Garnrollen verwendet. Es wird bei längerem Liegen in der Rinde leicht stockig und muß daher sofort beschlagen werden (Bereppeln). Die Stockausschlagfähigkeit ist gering und erlischt frühzeitig. Ersatzknospen bilden sich an jungen eingegangenen Pflanzen meist tief am Wurzelhals, meist schon unter der Erde. Mit den feinen und namentlich im Alter stark hängenden und im Winde bewegten Zweigen (bes. bei *verrucosa*) schädigt die Birke durch „Peitschen“ ihre Nachbarn (Kiefer und besonders Fichte). Aus diesem, vielfach etwas übertriebenen Grunde ist die Birke früher überall herausgehauen worden. Sie verdient aber im eintönigen Kiefernwalde oft als einziges Laubholz sicher eine Erhaltung im Einzelstand und in mäßigen Grenzen, ebenso hat sie Bedeutung in Rohhumusgebieten wegen ihrer leichten Streuzersetzung und der Begünstigung der rohhumuszehrenden Grasflora. Ebenso bildet sie ein unübertreffliches Vorholz in frostgefährdeten Lagen für edlere Laubhölzer, die unter ihrem milden Schirm gern aufwachsen, wobei die Birke allmählich durch Besenmacher aufgeschneidelt und später durch Aushieb leicht beseitigt werden kann. Vielfach ist sie auch als Maikäferfangbaum in Randstreifen und an Wegen im Kiefernwald angebaut worden. Die Pflanzung sollte aber in nicht zu hohen Lohden und möglichst zeitig im Jahre wegen des frühen Austreibens erfolgen, da anderenfalls die Pflanzen leicht eingehen. Vielfach kann man dann allerdings noch durch Stummeln Wurzelhalsauschläge erhalten.

2. Die Hain- oder Weißbuche (*Carpinus Betulus* L.). Durch ganz Deutschland häufig, aber zersprengt verbreitet, tritt die Hainbuche im allgemeinen im äußersten Nordosten (Ostpreußen), sowie in den Niederungen der Auegebiete, in der Wetterau, und im südlichen Deutschland etwas stärker hervor. Nur auf den besten Böden ist sie den Laubholzarten, denen sie sich meist gesellt, einigermaßen ebenbürtig, auf den geringeren Sandböden sinkt sie zum Unterstand, meist der Kiefer, herab. Sehr häufig findet man ihr Vorkommen auf strengen Lehm- und Tonböden.

Der Rotbuche in bezug auf Schattenfestigkeit ähnlich, unterscheidet sie sich von dieser besonders durch ihre vollkommene Frosthärte und wird dadurch im natürlichen Entwicklungsgange vielfach zur Lückenbüßerin für diese in Frostlagen und Frostlöchern, ebenso auch in Eichenbeständen. Durch ihre große Widerstandsfähigkeit gegen Überschwemmungen hat sie sich im Auewald, wo die Buche deswegen fehlt, einen breiten Raum gesichert. Sie trägt zwar fast alljährlich Samen, und manchmal sind die Zweige damit übertoll be-

laden, aber der Same ist nicht so flugfähig wie bei der Birke, oft taub und durch das Überliegen am Boden sehr dem Verlust ausgesetzt. Auch ihre Lebensdauer scheint verhältnismäßig kurz, jedenfalls kürzer als bei Eiche und Buche, die sie gern begleitet. Vor allem ist die Hainbuche diesen aber im Höhenwuchs stark unterlegen. Sie wird nur selten so hoch wie jene beiden (Ostpreußen und manche Auewardungen).

In der Jugend ist sie stark dem Verbiß ausgesetzt, überwindet diesen aber durch ihre reiche und zähe Ausschlagsfähigkeit sehr gut. Deswegen kommt sie auch in allen Betriebsformen mit Ausschlagverjüngung (Mittelwald, Niederwald) immer reichlich eingesprengt vor, ja sie erträgt hier sogar die schwersten Verstümmelungen durch Köpfen und Aufästen noch gut. Solche alten „Kopfhainebuchen“ waren früher in Weidewaldungen häufig und sind in ihren abenteuerlichen Formen noch heute hier und da erhalten. Ihre Stammform neigt aber auch ohnehin zu Krümmungen, und dies sowie ihre Spannrückigkeit (lang herablaufende wulstige Ausbauchungen im unteren Stammteil) beeinträchtigen ihre Nutzholzverwendung vielfach sehr stark. Wo das nicht der Fall ist, ist ihr schweres und festes Holz ganz außerordentlich gesucht und gut bezahlt (Klaviaturholz, Schuhleisten, Werkzeugholz u. a.). Hervorragend ist ihr Einfluß auf die Humusbildung. Rohhumus ist unter ihr wohl unbekannt. Ihr Laubabfall verwest außerordentlich gut und rasch und gibt einen lockeren, mulligen Boden. Als Unterbauholzart im Kiefernwald ist sie daher dort, wo die Buche nicht mehr recht wächst, oder wo Wildverbiß oder Frost diese ausschließen, außerordentlich empfehlenswert. Allerdings wird sie später bei der Verjüngung durch ihre dichten Stockausschläge manchmal hinderlich, weswegen der Unterbau nur locker und weitständig sein sollte. Auf ganz armen und trockenen Sanden leistet sie allerdings auch nichts mehr.

3. Die Esche (*Fraxinus excelsior* L.). Die Esche bildet in feuchten Gründen und Schlenken auf besseren humosen Böden noch öfter kleine Reinbestände. Dann kommt sie auch im Aueward gern und häufig als Mischholz der Eiche vor (Abb. 142), ebenso auf Kalkböden mit der Rotbuche zusammen. Auf den flachgründigen trockenen Kalkköpfen, wie sie in Westdeutschland z. B. häufig dem Buntsandstein aufgesetzt sind, wo die Buche zurückbleibt, tritt die Esche wieder stark hervor. Freilich leistet sie dort auch nicht viel. Dieser merkwürdige Gegensatz zu ihrem sonstigen Verhalten in den Feuchtigkeitsansprüchen ist bisher noch nicht genügend aufgeklärt. Durch vergleichende Zuchtversuche hat man hier neuerdings das Auftreten zweier verschiedener „Bodenrassen“ (Kalkesche und Wasseresche, vgl. Teil I, S. 219) feststellen wollen.



Abb. 142. Starke 120jährige Eschen als Mischholz der Stieleiche auf Aueboden in der Oberförsterei Haste i. Hann. Aufn. von Japing.

Ihrem Lichtverhalten nach ist sie in der Jugend außerordentlich schattenfest, mit zunehmendem Alter wird sie lichtbedürftiger und mehr eine Halbschattenart, oft mit Hinneigung zum Lichtholz. Ihre Krone ist dann ziemlich schütter. Der Grad der Begrünung unter ihr ist immer groß. Die besten Standorte zeigen oft Brennesselwuchs, auf etwas feuchteren finden sich starke Gräser, auch saure Riedgräser.

Die Verjüngung geht oft natürlich vor sich und der Anflug reicht ziemlich weit (100 und mehr Meter). Manchmal ist er sehr dicht, „wie Unkraut“, namentlich auf Kalkboden (Abb. 143). An anderen Stellen wird die



Abb. 143. Dichter Eschennaturanflug auf Mergelböden im märkischen Endmoränengebiet. Oberholz im Vordergrund. 50–60jährige Eschen in reinem Horst, dahinter von Rotbuche unterstanden. Aufn. von Dengler.

Esche gepflanzt, meist als Lohde oder schwacher Heister. Sehr oft ist Gelegenheit zur Entnahme der Pflanzen aus dichten Naturanflügen gegeben. Der außerordentlich reich mit Faserwurzeln besetzte Wurzelballen sichert ein gutes und glattes Anwachsen.

Ihre Jugend ist sehr frostgefährdet, auch leidet sie unter Wildverbiß. Heisterpflanzungen werden oft durch Mäuse und Mollmäuse beschädigt und zum Eingehen gebracht, ebenso fegt an ihnen der Rehbock gern. Auf Aueböden windet der wilde Hopfen an den jungen Stangen empor und bringt sie zum Umbiegen. Sie ist außerordentlich raschwüchsig.

Einen schweren technischen Fehler bildet der sehr häufig bei ihr auftretende Zwieselwuchs, der z. T. auf die Aushöhlung der Terminalknospe durch die Eschenzwieselmotte (*Prays curtisella*), teilweise auch auf Spätfrost, zurückzuführen ist, da bei ihr die Endknospe früher austreibt als die beiden kleinen, neben ihr stehenden Beiknospen,

die dann zu einer Zweiggabel auswachsen. Ihr Holz gehört neben dem Eichenholz wegen seiner feinen Zeichnung und Farbe und wegen seiner hohen Elastizität zu dem wertvollsten, das wir haben (feine Möbel, Schneeschuhe, Turngeräte). Die Esche wird deswegen und auch wohl wegen ihrer Ansprüche an den Boden zu den „Edelhölzern“ gerechnet. Ihr Anbau in größeren reinen Horsten ist aber wegen der leicht eintretenden Bodenverwilderung nicht zu empfehlen. Ein passendes Beiholz auf Aueböden ist die Feldrüster, auf feuchten Humusböden die Weißerle¹.

4. Die Ahornarten, und zwar der Bergahorn (*Acer Pseudoplatanus L.*), der Spitzahorn (*Acer platanoides L.*) und der Feldahorn oder Maßholder (*Acer campestre L.*). Von diesen dreien wird der Feldahorn meist nur ein Baum III. Größe und spielt nur als Füllholz im Jungwuchs und im Ausschlagwald,

¹ Swart: Die waldbauliche Behandlung der Esche. Z. f. Forst- u. Jagdwes. 192 S. 385.

meist auf Kalkboden, eine Rolle. Sein Holz hat auch nur als Jungpflanze einen gewissen Wert, wo es für Peitschenstöcke und Pfeifenrohre gesucht wird.

Der Bergahorn tritt meist nur einzeln oder gruppenweise in den mittleren Lagen unserer deutschen Gebirge auf, meist in der Buchenzone. Häufiger findet er sich, ebenso wie der Spitzahorn, im Buchenwald der Kalkgebirge. Außerhalb seines eigentlichen Standortsgebietes ist er teils angepflanzt, teils auch von Chausseebäumen aus verwildert. Der Spitzahorn tritt ebenfalls nur vereinzelt, aber mehr in den Laubwaldungen der Ebene auf. Im Auewald findet man ihn etwas häufiger, ebenso in den litauischen Lehmrevieren.

Beide Ahornarten verlangen zu gutem Gedeihen und ansehnlichen Leistungen bessere lehmige Böden. Der Spitzahorn ist etwas genügsamer. Das Lichtverhalten bewegt sich etwa auf der Grenze zwischen Halbschatten- und Schattholz. Beide Arten sind ebenfalls sehr raschwüchsig, ebenso wie die Esche, aber bedeutend weniger frostempfindlich, namentlich der Spitzahorn, werden aber ebenso gern vom Wild verbissen. Die Schaftbildung neigt zu Krümmungen und Knicken. Im Gebirge erwächst der Bergahorn meist gerader und liefert starke vollholzige Stämme. Das Holz ist bei beiden Arten wertvoll, das des Bergahorns wird wegen seiner Weiße und seines Glanzes im allgemeinen noch höher geschätzt. Es findet zu Möbeln, als Schnitz- und Drechslerholz, feinen Maßstäben u. dgl. Verwendung. Beide Ahorne werden auch zu den Edelhölzern gerechnet.

5. Die Rüstern, und zwar die Berg- oder Weißrüster (*Ulmus montana* *Withering*), die Feld- oder Rotrüster (*Ulmus campestris* *Smith*) und die Flatterrüster (*Ulmus effusa*). Unter den drei Arten kommt die Flatterrüster wegen ihres seltenen Auftretens im Walde und ihres geringwertigeren Holzes forstlich kaum in Betracht.

Die Weißrüster (*montana*) tritt mehr im Bergwald in West- und Süddeutschland, aber auch da fast immer nur vereinzelt, ähnlich wie der Bergahorn, auf, die Rotrüster (*campestris*) mehr in der Ebene und im Hügelland Norddeutschlands, vor allem in den Auewaldungen, wo sie der Eiche und Esche oft sehr reichlich beigemischt ist, ja manchmal auch hauptbestandsbildend wird.

Die Flatterrüster macht unter den dreien wohl die geringsten Ansprüche an den Boden, da sie sich, so selten sie auch noch im Walde vorkommt (häufiger auf Dorfplätzen, Angern oder in Parks), doch auch mit Sandböden begnügt, während die beiden anderen fast nur auf Lehm Böden auftreten. Den Lichtansprüchen nach werden sie zu den Halbschattholzarten gerechnet. Sie sind frosthart und auch sonst kaum gefährdet. Neuerdings hat sich in Westeuropa bis nach Westdeutschland hinein ein „Ulmensterben“ gezeigt, das immer weiter fortzuschreiten scheint. Über den Erreger ist man sich z. Z. noch nicht einig¹. Trotz des oft reichen Samenbestandes findet man aber doch selten natürliche Verjüngung, wahrscheinlich wegen der geringen und äußerst kurzen Keimkraft und weil der Samenabflug oft in die Zeit der Frühlingsdürre fällt. Sehr reichliche Naturverjüngung durch Wurzelbrut hat die Rotrüster im Auewald. Gerade dadurch ist wohl auch ihre größere Häufigkeit zu erklären. Sie spielt im Auewald nicht nur als Füllholz und Bodenschutzholz im Eichen- und Eschenbestand eine wichtige waldbauliche Rolle, sondern auch ihr Holz ist recht wertvoll (Wagner- und Tischlerholz). Das der Weißrüster soll etwas weniger geschätzt werden.

6. Die Linden, und zwar die Winterlinde (*Tilia parvifolia* *Ehrh.*) und die Sommerlinde (*Tilia grandifolia* *Ehrh.*). Die Sommerlinde ist von Natur mehr

¹ Vgl. die Auseinandersetzung zwischen Stapp und Brussoff hierüber in Mitt. d. dtsh. dendrol. Ges. 1928, S. 139 u. 292.

in Süd- und Mitteldeutschland, sowohl in der Ebene als auch in den Vorbergen und unteren Berglagen, die Winterlinde mehr im nördlichen und östlichen Tiefland verbreitet. Doch sind beide Arten durch Anbau und wohl auch Verwilderung von Chausseen und Parks her vielfach durcheinander gebracht worden. Beide treten aber überhaupt nur sehr untergeordnet und meist nur vereinzelt im deutschen Walde auf. Häufiger wird nur die Winterlinde in Ostpreußen. Östlich von uns, in Polen und Rußland, tritt das immer stärker zutage, und in Rußland sollen sogar noch große Lindenwälder vorkommen.

Die Linden machen im allgemeinen mittlere Ansprüche an den Boden, die kleinblättrige Winterlinde wohl weniger wie ihre Schwesterart. Sie findet sich auch häufiger noch auf reinen Sandböden.

Nach ihrem geringen Lichtbedürfnis und dem hohen Grad der Beschattung, den sie geben, muß man sie zu den Schatthölzern rechnen. Ihre Ausschlagsfähigkeit ist sehr groß, ebenso sind sie sehr gefahrensicher. Sie haben aber eine gewisse Neigung zur Krummschäftigkeit und tief ansetzender, starker Beastung, was meist ihre Nutzholzverwendung stark beeinträchtigt. Doch rührt das wohl in vielen Fällen von ihrem vereinzelt Stand und dem mangelhaften Schluß her, in dem sie aufgewachsen sind. Wo sie gelegentlich in Horsten dicht erzogen sind, kann man auch bei uns manchmal schlank und gerade gewachsene Stämme finden. Besonders ist das in Ostpreußen der Fall, wo die Winterlinde auf frischen Lehmböden mit Eichen, Eschen, Aspen u. a. zusammen ganz außerordentlich schöne Formen bildet. Der reiche, aber rasch verwesende Laubabfall macht beide Arten zu äußerst bodenpfleglichen Holzarten. Ihre weitere Verbreitung, u. a. auch zum Unterbau, wäre durchaus zu wünschen. Das Holz hat zwar wegen seiner Weichheit nur bestimmte Verwendungszwecke (Holzschnitzerei, Zeichenkohle, Blindholz), ist aber bei seiner Seltenheit trotzdem gesucht und gut bezahlt. Früher spielte die Linde auch noch durch die Bastgewinnung aus der Rinde eine sehr wichtige Rolle. In Süd- und Osteuropa ist das noch heute der Fall.

7. Die Pappeln, einheimisch wahrscheinlich nur die Zitterpappel oder Aspe (*Populus tremula* L.), während die Silberpappel (*P. alba*) und die Schwarzpappel (*P. nigra*), vermutlich nur aus südlicheren Gegenden Europas eingeführt, forstlich auch ziemlich bedeutungslos sind.

Die Aspe ist zwar durch ganz Deutschland verbreitet und gemein, kommt aber im Walde auch nur vereinzelt vor. Auch sie gehört zu den Holzarten, die erst östlich von Deutschland häufiger und ansehnlicher werden und dann auch Bestände bilden. Dies zeigt sich z. T. schon in Ostpreußen. Dagegen findet sie sich überall bei uns wie die Birke gern auf Ödland und alten Räumden. In ganz Nord- und Osteuropa ist sie ebenfalls wie diese eine Pionierholzart nach Waldbränden.

Die Aspe ist an sich wohl genügsam, denn sie kommt auch auf leichten Sandböden vor. Aber sie bringt es dort meist zu keinem kräftigen, ansehnlichen und ausdauernden Wachstum. Nur auf besseren Böden wird sie ein starker, stattlicher Baum, so besonders an Flußufeln, im Auwald und in den litauischen Lehmrevieren.

Sie ist ausgesprochene Lichtholzart, in der Jugend sehr raschwüchsig und kaum irgendwelchen anderen Gefahren unterworfen als einer oft frühzeitig eintretenden Kernfäule, die bei nicht rechtzeitig einsetzendem Aushieb dann auch zum Windbruch führt. Ihre Stockausschlagsfähigkeit ist nicht sehr groß, dagegen treibt sie überaus reichlich und weithin Wurzelbrut und wird hierdurch oft sogar sehr lästig in jungen Kulturen. Als Gegenmittel wird Ringeln (gürtelweises Entrinden) 2—3 Jahre vor dem Abtrieb oder noch besser

das Klopfen der Rinde mit dem Axtrücken empfohlen. Starkes Aspenholz ist sehr gesucht und wird in der Mollenhauerei, zu Zündhölzern, als Blindholz, zu Holzpantoffeln u. dgl. verwendet. Meist beeinträchtigt aber die Anbrüchigkeit durch Faulstellen den Wert sehr stark.

Wenig wichtig sind die verschiedenen Weidenarten. Als Bäume spielen sie im forstlichen Betrieb überhaupt keine Rolle. Eine Reihe von Arten wird aber im sog. Weidenhegniederwald zur Gewinnung von Flechtruten angebaut. Ihr Verhalten im einzelnen wird bei diesem Betrieb näher besprochen werden (vgl. S. 479). Von ganz untergeordneter Bedeutung sind die Wildobstbäume (wilde Kirsche, Birne und Apfel) und die Elsbeere (*Sorbus torminalis*), deren Holz zwar in stärkeren Stücken einen hohen Wert für feine Möbel besitzt, die aber nur in Auegebieten und auf Kalk öfter in älteren Stämmen vorkommen und meist nur Bäume II.—III. Größe bei uns werden. Ähnliches gilt von der Eibe. Die Erhaltung und Pflege dieser Holzarten, wo sie vorkommen, ist mehr eine Sache des Naturschutzes als wirtschaftlicher Erwägungen.

5. Kapitel. Ausländische Holzarten.

A. Eingebürgerte Holzarten.

Einige Holzarten, dem deutschen Walde eigentlich von Natur fremd, sind doch in ihm im ganzen oder gegendweise schon seit so langer Zeit verbreitet und haben sich so in ihn eingefügt, daß man sie als eingebürgert bezeichnen kann. Es sind das

1. Die Edelkastanie (*Castanea vesca Gaertner*). Sie stammt aus Südeuropa, ist aber wohl schon zur Römerzeit wegen ihrer eßbaren Früchte zunächst in die Gärten und von da aus auch in den Wald eingeführt, dort aber nur in den wärmsten Lagen Deutschlands am Rhein und seinen Einhängen und Vorbergen stärker verbreitet (Taunus, Bergstraße, Pfalz usw.). Sie kommt dort teils in weitständigen Pflanzwäldern (Kastanienhaine), teils auch als Mischholz im Mittel- und Niederwald, hier und da auch als Unterholz vor. Ihre Ansprüche an den Boden sind im allgemeinen wohl nicht sehr hoch, da sie auch auf den etwas geringeren Böden der südwestdeutschen Gebirge noch ganz gut wächst. Ihre sog. Kalkfeindlichkeit ist noch bestritten (vgl. Teil I, S. 171).

In ihrer wärmeren Heimat ein ausgesprochenes Schattholz, ist sie bei uns entschieden lichtbedürftiger und wohl den Halbschattholzarten zuzurechnen. Die Krone ist aber auch bei uns sehr dicht und dunkel, meist auch breit ausladend. Die Bewurzelung geht tief (Pfahlwurzel), die Stockausschlagfähigkeit ist sehr groß, weshalb sie auch in den Ausschlagbetrieben (Nieder- und Mittelwald) gern gesehen wird.

Sie ist in der Jugend raschwüchsig, aber durch Spätfrost gefährdet. Im ganzen gilt sie wegen ihres schattigen Standes und ihrer reichen Laubstreu als bodenpfleglich. Ihr Holz ist in starken Stücken ähnlich wertvoll wie Eichenholz mittlerer Güte, auch werden die schwächeren Stangen sehr gern zu Rebpfählen genommen.

2. Die Weißerle (*Alnus incana D. C.*). Diese Art kommt von Natur in der Ebene nur nördlich und östlich von Deutschland vor und reicht vielleicht gerade noch in das nordöstlichste Ostpreußen hinein. Im Süden ist sie dann wieder in den Alpen heimisch. Im Zwischengebiet scheint sie zunächst nur durch Pflanzung eingeführt, dann aber später von da aus auch natürlich verwildert zu sein. Sie tritt hier sowohl in Uferwäldungen wie in Brüchern auf, ist aber forstlich am bedeutungsvollsten als Aufforstungsholzart auf Muschelkalködland und

auf Bergwerkshalden, z. B. im Niederlausitzer Braunkohlengebiet. Sie zeigt sich hier recht genügsam, raschwüchsig, deckt bald den Boden und bereichert ihn durch ihre Bakterienknöllchen an Stickstoff, so daß dann später auch anspruchsvollere Arten unter ihrem Schirm nachgezogen werden können. Ihr Lichtverhalten, ihre Frosthärte, ihre Stockausschlagsfähigkeit sind etwa gleich wie bei der Roterle. Dagegen unterscheidet sie sich von ihr durch die reiche Wurzelbrut, die sie treibt, und die oft auch lästig wird, wenn man andere Holzarten neben oder nach ihr anbauen will. Ihr Holz ist ziemlich geringwertig, jedenfalls weniger geschätzt wie das der Roterle. Man hat sie auch öfter der



Abb. 144. 11-jähriger Robinienbestand, sehr rasch- und geradwüchsig, in der Donauebene in Rumänien (bereits 100 fm je Hektar!). Aufn. von R. Hilf.

Kiefer als Mischholz auf sehr armen und trockenen Böden beizugeben versucht, wo sie aber doch meist recht mäßig wächst und es auf die Dauer nicht zu befriedigenden Leistungen zu bringen scheint.

3. Die Akazie (*Robinia Pseud-acacia* L.). Diese in Nordamerika einheimische Holzart findet sich schon seit dem 17. Jahrhundert bei uns. Im 18. Jahrhundert glaubte man in ihr das Mittel gefunden zu haben, um der drohenden Brennholznot zu steuern¹. Ihre allerdings außerordentliche Raschwüchsigkeit in der ersten Jugend hält aber bei uns, namentlich auf geringeren Böden, nicht an, und als Baum erreicht sie selten die I. Größe. Auch ist die Schaftbildung ungewöhnlich krumm und knickig. Ganz anders ist das in wärmeren Klimaten (Ungarn, Rumänien), wo sie z. T. sehr schöne Bestände bildet (Abb. 144). Ihre Genügsamkeit ist jedenfalls groß. Sie wächst auch noch auf armen und trock-

kenen Sanden leidlich, ebenso auf völlig rohem, humuslosem Boden (Eisenbahnböschungen, Wegeeinschnitten), ebenso auf gerölligen, schottrigen Böden (alte Steingruben, Bergwerkshalden). Auch ihr kommt hier wie der Weißerle die Fähigkeit zugute, durch ihre Wurzelknöllchen den Luftstickstoff zu assimilieren. Hierdurch bereichert sie den Boden, der unter ihr meist zahlreiche Nitratpflanzen aufweist (*Geranium*, *Chelidonium* u. a.) und immer einen großen Grad von Lockerheit besitzt.

Die Lichtansprüche sind groß. Sie ist empfindlich gegen Frühfröste, die fast alljährlich die Spitzen ihrer noch nicht verholzten Triebe töten, was ihr zwar an sich nicht allzuviel zu schaden scheint, aber vielleicht mit an ihren schlechten Stamm- und Astformen schuld ist. Ihre Stockausschlagsfähigkeit ist groß, ebenso treibt sie reichlich Wurzelbrut. Junge An-

¹ Medicus, Casimir Fr., in Heidelberg, verfaßte 1796 eine 5bändige Schrift über sie mit dem Titel: Unechter Akazienbaum; zur Ermunterung des allgemeinen Anbaues dieser in ihrer Art einzig dastehenden Holzart.

pflanzungen werden oft stark durch Schälen von Hase und Kaninchen geschädigt.

Ihr Holz ist an sich sehr fest und zäh und ihr Kern ist sehr dauerhaft, weswegen sie besonders gern als Pfostenholz und zu Rebpfählen genommen wird. Die Nutzholzverwendung (Wagner-, Stellmacherholz, Schiffsnägel, Rechenzinken usw.) leidet aber durch die krumme Schaftbildung. Die Akazie hat ihren Hauptwert bei uns jedenfalls zur Aufforstung in sonst verzweifelten Fällen und zur gelegentlichen Ausfüllung von Lücken (Ackertannenbestände). Nebenbei ist auch ihr Wert für die Bienezucht recht bedeutend.

B. Eigentliche Ausländer.

1. Die Ausländerfrage.

Die Einführung ausländischer Holzarten in den deutschen Wald hat eine lange, aber etwas sprunghafte Geschichte¹.

Die ersten ausländischen Baumarten sind schon im 16. und 17. Jahrhundert meist aus Nordamerika zu uns gekommen. Sie sind aber fast nur in botanischen Gärten, sog. Arboreten, und in Parks ausgepflanzt worden. Die Sache war zunächst mehr Liebhaberei, als daß sie wirtschaftliche Zwecke verfolgte.

Ende des 18. Jahrhunderts setzte dann, vielfach unter dem Gedanken, der drohenden Holznot durch rasch wachsende Holzarten zu begegnen, aber auch schon aus anderen wirtschaftlichen Gründen, ein verschiedentlich recht beträchtlicher, auch schon flächenweiser Anbau von Ausländern unter der Führung leitender und gelehrter Forstmänner ein (Du Roi², v. Wangenheim³, v. Burgsdorf⁴ u. a.). Die Versuche wurden aber ganz planlos betrieben, ohne auf die Ansprüche der Holzarten an Boden und Klima Rücksicht zu nehmen. Man baute oft Hunderte von Arten so, wie man die Pflanzen gerade bekam, wild durcheinander. Schwere Mißerfolge konnten daher nicht ausbleiben. G. L. Hartig und Pfeil wandten sich daher mit Recht hiergegen und geißelten dieses ganze Vorgehen als eine „Modetheorie“, die es damals auch wirklich nur war. Trotzdem sind aus dieser Zeit schon einige glückliche Versuche erhalten geblieben, so vor allem alte Weimutskieferbestände in Süddeutschland. Im allgemeinen endigte aber die ganze, vielfach mit starker Reklame aufgezoogene damalige Bewegung mit einem vollständigen Mißerfolg.

Einen neuen Anstoß bekam die Ausländerfrage dann am Ende des 19. Jahrhunderts durch den Baumschulenbesitzer John Booth, der in Klein-Flottbeck bei Hamburg ältere Anlagen von amerikanischen Koniferen hatte und besonders die Douglasie empfahl⁵. Er wußte das Interesse des Fürsten von Bismarck zu gewinnen, der in der Nähe im eignen Sachsenwald selbst Anbauversuche anlegte und gleichzeitig auch die preußische Staatsforstverwaltung dazu veranlaßte, sich der Sache anzunehmen. Im Jahre 1880 setzten die deutschen forstlichen Versuchsanstalten den Anbau von 18 besonders ausgewählten ausländischen Holzarten auf ihren Arbeitsplan, und in der Folge sind

¹ Sehr ausführliche Darstellung in Bühler: Waldbau Bd. 2, S. 101.

² Du Roi: Die Harbkesche wilde Baumzucht. 1772.

³ Wangenheim, v.: Beitrag zur deutschen holzgerechten Forstwissenschaft. 1787.

⁴ Burgsdorf, v.: Anleitung zu einer sicheren Erziehung und Anpflanzung der einheimischen und fremden Holzarten. 1787. — Abhandlung von ungesäumtem ausgedehnten Anbau einiger in den preußischen Staaten noch ungewöhnlichen Holzarten. 1790.

⁵ Booth, John: Die Douglasfichte und einige andere Nadelhölzer, namentlich aus dem nordwestlichen Amerika. 1877. — Feststellung der Anbauwürdigkeit ausländischer Waldbäume. 1880. — Die Naturalisation ausländischer Waldbäume in Deutschland. 1882.

dann in vielen deutschen Revieren solche Versuche, meist auf kleineren Flächen (Ausländerhorste) zur Ausführung gekommen.

Etwas später trat auch H. Mayr, gestützt auf die Erfahrungen und Beobachtungen seiner zahlreichen Auslandsreisen, für den Anbau ausländischer Holzarten ein. In seinem großen, mit zahlreichen schönen Abbildungen, Altersermittlungen und Messungen versehenen Werk „Fremdländische Wald- und Parkbäume für Europa“ (1906, 622 S.) schuf er die wissenschaftliche Grundlage für die vorzunehmenden Anbauversuche. Mit großer Klarheit entwickelte er hier die Voraussetzungen und Richtlinien für die ganze Ausländerfrage, indem er forderte, daß in jedem Falle zweierlei zu prüfen sei, nämlich 1. die Anbaufähigkeit und 2. die Anbauwürdigkeit.

Anbaufähigkeit ist nur dann vorhanden, wenn das Klima des Anbaugebietes mit dem des Heimatgebietes einigermaßen übereinstimmt, was sowohl durch Feststellung der einzelnen Klimadaten, als auch schon aus dem Vorkommen innerhalb der gleichen Mayrschen Klimazonen (*Castanetum*, *Fagetum*, *Picetum*, vgl. Teil I, S. 34) abzuleiten sei. Mit Recht weist Mayr darauf hin, daß eine völlige Klimagleichheit dieser Zonen in den verschiedenen Weltteilen zwar nicht besteht, sondern nur „ein Parallelismus der größten Ähnlichkeit“.

Mir scheint sogar, daß man hier noch weitergehen kann und feststellen muß, daß es überhaupt keine absolute Klimagleichheit zwischen zwei Gegenden in den verschiedenen Weltteilen gibt. Wenn man die heute bekannten Daten hierüber in den großen klimatologischen Werken miteinander vergleicht, so finden sich trotz mancher Übereinstimmung in einzelnen Werten doch immer noch mehr oder weniger bedeutende Abweichungen in anderen, die eine besondere Tönung des einen gegen das andere Klima beweisen. Hierin wird immer ein gewisses grundsätzliches Bedenken für die Ausländerfrage liegen. Man wird daher auch nie erwarten können, daß die ausländischen Holzarten bei uns dasselbe leisten und sich ganz so verhalten werden wie an ihrem Heimatstandort, mag der Anbauort auch noch so passend wie möglich ausgewählt sein!

Ein großes Verdienst H. Mayrs war es auch, daß er darauf hinwies, daß man auch beim Anbau innerhalb Deutschlands auf die klimatischen Unterschiede zu achten habe, und daß die eine Holzart, die vielleicht für den Westen passe, für den Osten ganz ungeeignet sein könne. Man dürfe also dieselbe Art nicht ohne weiteres für ganz Deutschland empfehlen und könne überhaupt keinen einheitlichen Anbauplan für dieses aufstellen. Mayr hat sehr eingehend die Aussichten der Holzarten aus den drei großen hier in Betracht kommenden Waldgebieten, dem östlichen atlantischen, dem westlichen pazifischen Nordamerika und dem östlichen Asien (China und Japan) für die verschiedenen Klimagebiete Deutschlands untersucht, und seine Ausführungen haben auch heute noch für alle Versuche zur Neueinführung von Arten grundlegende Bedeutung. Die Möglichkeit einer Akklimatisation, d. h. einer Anpassung an ein fremdes, vom heimatlichen stark verschiedenes Klima durch langjährigen Anbau, leugnet Mayr, und wohl mit Recht, soweit es sich um eine wesentliche, für praktische Anbauzwecke in Betracht kommende innere Umstimmung handeln soll. Solche Holzarten aus stark abweichenden Klimagebieten können sich daher nur unter dem dauernden Schutz des Menschen bei uns halten und vielleicht auch noch vermehren. Ohne diesen Schutz würden sie von der einheimischen Waldflora bald verdrängt werden.

Anbauwürdig sind nur diejenigen anbaufähigen Holzarten, die gegenüber den einheimischen einen gewissen Vorteil bieten. Mayr zählt als solche auf:

Die Schmuckwirkung. Die Ansichten hierüber sind zwar verschieden.

v. Salisch hat in seiner Forstästhetik alle Fremdländer abgelehnt und erklärt, daß nur einheimische Arten im deutschen Walde ästhetisch schön wirken können. Auch Wiebecke pfl egte die im Eberswalder Lehrforst angebauten *Chamaecyparis*-Horste spöttisch

„den Friedhof von Skutari“ zu benennen, worin übrigens gerade bei dieser Holzart sicher etwas Richtiges liegt. Aber das gilt doch durchaus nicht für alle. Die Douglasie, die Weimutskiefer, die Silbertanne (*Abies concolor*), die Roteiche u. a. passen sich dem deutschen Waldbild durchaus ein, ja sie bereichern es entschieden durch die schöne Färbung ihrer Benadelung und Belaubung so sehr, daß man dies wohl für einen ästhetischen Vorzug halten darf. Über den Geschmack ist freilich mit Gründen nicht zu streiten!

Andere Vorteile können nach Mayr sein: Geringe Ansprüche an die Bodengüte, insbesondere, wenn diese geringer als die der anspruchlosesten heimischen Art, bei uns der Kiefer, sein sollten. Mayr glaubte einen solchen Fall in der amerikanischen Bankskiefer gefunden zu haben. Wir werden sehen, daß dies nur anfänglich zutraf, daß diese Art aber mit zunehmendem Alter immer mehr enttäuscht hat.

Ferner kann Anbauwürdigkeit begründet sein durch größere Widerstandsfähigkeit gegen Spätfröste oder gegen Dürre, was dann auf Kahlschlägen leichtere Mischbestandserziehung ermöglicht.

Schutz gegen Wildverbiß will Mayr nicht als Grund für Anbauwürdigkeit angesehen wissen. Er stand in dieser Beziehung auf einem sehr schroffen Standpunkt und meinte, wo das Wild solchen Schaden mache, daß es eine einheimische Holzart ernstlich beschädige, müsse eben das Wild weichen, aber nicht die Holzart.

Anbauwürdig sind ferner ausländische Arten, „wenn sie ein besseres, d. h. ein dauerhafteres oder festeres oder schöneres, schwereres oder leichteres Holz erzeugen als unsere einheimischen Arten“, natürlich nur beim Anbau auf gleichwertigem Boden. Mit Recht betont Mayr, daß hierüber die Akten in den bisherigen Versuchen noch nicht geschlossen seien, ehe nicht hiebsreife Althölzer von den einzelnen Flächen vorliegen werden. Mayr hat den ganz allgemeinen Satz aufgestellt, daß die Holzqualität innerhalb der gleichen Gattung, bei den Kiefern innerhalb der gleichen Sektion (zwei-, drei- und mehrnadelige Kiefern) auf der ganzen Welt die gleiche sei, da auch der anatomische Bau des Holzes innerhalb der Gattung derselbe wäre. Man könne daher eine bessere Holzbeschaffenheit nur von solchen Arten erwarten, die einer Gattung angehörten, die bei uns fehlt, z. B. *Pseudotsuga*, *Tsuga*, *Chamaecyparis*, drei- oder mehrnadelige Kiefern u. dgl.). Soviel Richtiges auch an der bedeutsamen Feststellung Mayrs ist, so scheint sie doch nicht ausnahmslos zuzutreffen. Schon unsere einheimischen Arten der gleichen Gattung (z. B. die Acer- und Ulmus-Arten) zeigen im Holz gewisse Qualitätsunterschiede, die, wenn auch nicht groß, doch für ihren Wert nicht bedeutungslos sind.

Schließlich könnte auch die Lieferung eines wichtigen Nebenerzeugnisses (Gerbstoff, Zucker, Harz, eßbare Früchte) einen Grund für die Anbauwürdigkeit abgeben.

Daß eine ausländische Holzart auf die Dauer bei uns raschwüchsiger sein und zu größeren Höhen mit längeren Schäften emporwachsen und höhere Massen erzeugen würde als unsere einheimischen Arten, bezweifelt Mayr sehr stark und warnt vor übertriebenen Hoffnungen, die man meist nur an die blendenden Zahlen über Ausmaße im heimatlichen Urwald geknüpft hätte. Diese sind nicht so sehr „die Folge einer von Jugend auf fortgesetzten außerordentlichen Raschwüchsigkeit, sondern eines außerordentlichen Alters“. Auch hierin liegt wohl viel Richtiges, doch sind die Zweifel Mayrs durch die bisherigen Wachstumsleistungen der Douglasie schon widerlegt worden, wie wir sehen werden.

18 Arten von Ausländern hatte man ursprünglich auf den Anbauplan der Versuchsanstalten gesetzt. Dieser ist aber dann noch mehrfach abgeändert und später auch noch erheblich erweitert worden. Im Jahre 1911 hat Schwappach¹ über die wohl umfang-

¹ Schwappach: Z. f. Forst- u. Jagdwes. 1911, S. 591. Frühere Berichte das. 1891, S. 18 u. 1901, S. 137.

lichsten Versuche in Preußen berichtet. Es waren 45 Arten auf zusammen 400 ha in den verschiedensten Revieren angebaut worden, von denen er 8 in Gruppe I als „in größerem Maße anbauwürdig“ bezeichnet, 13 in Gruppe II „unter beschränkten Voraussetzungen oder als Mischhölzer“, 18 in Gruppe III, die „zwar forstlich keine Vorzüge gegen einheimische oder empfehlenswertere ausländische Holzarten besitzen, aber wegen ihrer Schönheit für Parkanlagen und für Waldverschönerung geeignet sind“ und endlich 8 Arten in Gruppe IV, „die weder forstlich noch ästhetisch Bedeutung haben“.

Auch aus anderen Gebieten liegen ähnliche Berichte über die bisherigen Versuchserfolge vor¹. Im einzelnen muß auf diese selbst verwiesen werden. Hier sollen nur einige Arten herausgegriffen und näher besprochen werden, die neben den Anbauflächen der Versuchsanstalten auch sonst in der Praxis öfter Verwendung oder in der Literatur besondere Beachtung gefunden haben.

2. Die hauptsächlichsten angebauten ausländischen Holzarten.

Am wichtigsten ist entschieden:

1. Die Douglasie (*Pseudotsuga Douglasii*. Carr.). Sie ist eine Baumart des westlichen Nordamerika und bewohnt dort ein sehr großes Gebiet von der Küste des Stillen Ozeans bis in das schon weit im Binnenland liegende Felsengebirge und von Kalifornien im Süden bis nach Britisch-Kolumbien im Norden. Daß eine so weitverbreitete Holzart auch besondere klimatische Rassen oder Varietäten ausgebildet haben wird, wie wir das u. a. bei unserer Kiefer festgestellt haben, ist von vornherein anzunehmen, obwohl man s. Z. bei ihrer Einführung hieran nicht gedacht hat. Man unterscheidet im allgemeinen bei uns nur die beiden Formen *Ps. Douglasii viridis*, Küstendouglasie aus dem pazifischen Gebiet mit verhältnismäßig mildem Klima, und *Ps. Douglasii glauca*, Kolorado- oder Felsengebirgsdouglasie, aus dem kontinentaleren Gebirgsklima im Innern. Beide haben nicht nur sehr verschiedenes Wuchsverhalten (*viridis* raschwüchsig, aber etwas frostempfindlich, *glauca* langsamwüchsig, aber frosthart), sondern auch verschiedene Farbe der Benadelung. Die jüngsten Triebe sind bei der *glauca* meist stark bereift und daher grau- bis blaugrün, bei der *viridis* aber unbereift und mehr reingrün. Die Frostempfindlichkeit hängt offenbar mit der größeren oder geringeren Wachsbereifung unmittelbar zusammen. Farbe und Bereifung sollen aber nicht immer ein sicheres Merkmal zur Unterscheidung der inneren Zugehörigkeit sein.

Besser soll sich hierzu (nach Frothingham, zit. nach Schwappach a. a. O.) die Stellung der Äste und der Habitus eignen. Bei *viridis* sollen die Äste länger und feiner sein und mit zunehmender Länge daher mehr horizontal ausgebreitet werden, bei *glauca* kürzer und steifer und mehr schräg aufwärts gerichtet. Der ganze Wuchs soll bei der letzteren dichter und buschiger sein. Es scheint nach manchen Beobachtungen, als ob auch diese Merkmale nicht ganz sicher sind. Am besten wird es sein, wenn beide Merkmale zusammentreffen. H. Mayr, der *viridis* und *glauca* überhaupt als getrennte Arten gewertet wissen will, gibt auch noch einen Unterschied in der Zapfenbildung an (*glauca* kürzere Zapfen, aber mit viel längeren Zipfeln an der Deckschuppe, die beim wachsenden Zapfen außen senkrecht abstehen und sich nach dem Pflücken vielfach rückwärts einrollen bzw. umschlagen sollen, *viridis* längere Zapfen mit anliegenden Deckschuppen²).

Wie vorauszusehen war, erschöpft sich aber in den beiden vorgenannten Varietäten die Reihe der bei der Douglasie vorliegenden Formen nicht. Zunächst kam vom oberen Fraserfluß in Britisch-Kolumbien eine Form, die in Farbe

¹ Hessen: Walther: Allg. Forst- u. Jagdztg. 1911, S. 154. — Baden: Wimmer: Anbauversuche mit fremdländischen Holzarten in den Wäldern des Großherzogtums Baden. Berlin 1909. — Hausrath: Mitt. d. dtsh. dendrol. Ges. 1921, S. 233. — Braunschweig: Grundner: Ebenda 1921, S. 19. — Bayern: Mayr: Forstwiss. Zbl. 1907, S. 1ff. — Harrer: Ebenda 1925, S. 49ff. — Sachsen: Neger: Naturwiss. Z. f. Forst- u. Landw. 1914, S. 1. — Württemberg: Holland. Mitt. d. dtsh. dendrol. Ges. 1912, S. 20. — Dieterich: Allg. Forst- u. Jagdztg. 1923, S. 73ff.

² Diese Merkmale werden auch von Graf v. Schwerin bestätigt. Vgl. Mitt. d. dtsh. dendrol. Ges. 1922, S. 53. Dort auch sehr anschauliche Abbildungen beider Formen.

und Wuchsverhalten in der Mitte zwischen beiden zu stehen schien, im übrigen aber ganz frosthart sein sollte. Graf von Schwerin, der Vorsitzende der Deutschen Dendrologischen Gesellschaft, hat vorgeschlagen, sie *caesia* zu nennen.

Inzwischen war von Schwappach der Bezug von Samen aus verschiedensten Herkunftsorten in Amerika in die Wege geleitet worden. Damit sind dann vergleichende Anbauversuche in Chorin und im Stiftswald bei Kaiserslautern ausgeführt worden. Eine Veröffentlichung von Münch, Tharandt¹, bestätigt nun die naheliegende und oben schon ausgesprochene Vermutung, daß auch die Douglasie zahlreiche Klimarassen entwickelt hat, die alle Abstufungen des Wachstums auf den Vergleichsflächen zeigen. Dabei entstammte zwar auch hier die raschwüchsigste Sorte einem Standort von der pazifischen Küste (Norden des Staates Washington) und zeigte die *viridis*-Form. An zweiter Stelle stand aber schon eine blaue Binnenlandsform aus dem Staate New Mexiko. Auch im übrigen lief die mehr grüne oder mehr blaue Nadelfarbe nicht mit dem Wuchs parallel. Wenn unsere älteren Pflanzungen nach dieser Beziehung einen so deutlichen und immer wieder hervortretenden Wuchsunterschied gezeigt haben, so kann das möglicherweise nur darauf beruhen, daß man den Samen früher immer aus den gleichen Gegenden bezogen hat, die gerade die entsprechenden Rassen aufwiesen. Dies ist um so mehr wahrscheinlich, als es in Amerika damals nur wenige Bezugsquellen gab und die ganze Belieferung in Deutschland durch J. Booth erfolgte. Im übrigen aber ist durch die Münchschen Ergebnisse festgestellt, daß die Länge der Vegetationszeit aus der Heimat sich besonders stark vererbt und daher bestimmend für die Wuchsleistung wie auch für die Frostempfindlichkeit wird, indem die Nachkommen aus Gebieten mit langer Vegetationsdauer zwar früher antreiben und später aufhören (Johannistriebe), dafür aber auch gelegentlich einmal Früh- oder Spätfrösten ausgesetzt sind. Wir werden also bei allen weiteren Versuchen und Neuanlagen der Herkunft besonderes Gewicht beilegen müssen.

Der Anbau wird wie bei allen Ausländern zweckmäßig nur durch Pflanzung erfolgen, da der Samen zu teuer und zu knapp ist, um ihn zu Freisaaten zu verwenden². Auch ist ein verhältnismäßig großer Wachsraum bei der Douglasie von Jugend auf am Platze, da sich die Jungpflanzen bei ihrem raschen Wuchs sonst sehr bald gegenseitig bedrängen und unnötige Verluste durch Stamm-ausscheidung entstehen. Allerdings darf der Abstand auch nicht zu groß werden, da die Astreinigung etwas schwer vor sich geht (u. U. durch Aufästung zu befördern). Sehr zu empfehlen ist die Zwischenpflanzung der Fichte, die anfangs den Schluß herstellt, dann aber von der Douglasie überwachsen wird und entweder schon als Weihnachtsbaum oder später als Nutzstange verwertet werden kann³. Bei 1,5 m Verband im Quadrat würde dann nur alle 3 m eine Douglasie stehen. Manche empfehlen sogar noch weiteren Abstand (4 m). Frischer Sand bis milder Lehmboden sind am geeignetsten. Auf strengen Lehm- und Tonböden wird die sonst kräftige Herzwurzel sehr flach und es tritt

¹ Münch: Anbauversuch mit Douglasfichten verschiedener Herkunft und anderen Nadelholzarten. Mitt. d. dtsh. dendrol. Ges. 1923, S. 61.

² Bei eigner Samengewinnung von älteren Einzelbäumen ist zu beachten, daß die Zapfen sich schon im September öffnen, also rechtzeitig gepflückt werden müssen. Die Keimkraft ist meist nicht sehr groß, und die jungen Keimlinge im Saatbeet sind anfangs recht empfindlich. Sonnen- und Frostschutz durch Deckgitter oder Deckreisig sind in gefährlichen Perioden daher immer zu empfehlen, wenn man starke Verluste verhüten will.

³ Anderer Ansicht ist Dieterich (a. a. O.), der bei Zwischenpflanzung der Fichte ein Überwachsen der Douglasien in den ersten Jahren befürchtet, was aber nur auf besten Fichtenstandorten der Fall sein und leicht durch Verwendung schwächerer Fichtenpflanzen ausgeglichen werden könnte.

leicht Winddruck oder Windwurf ein¹. Im Lichtverhalten steht die Douglasie wohl auf ziemlich gleicher Stufe wie die Fichte. Die Jugendentwicklung ist vom 10. Jahre ab ganz ungewöhnlich rasch (richtige Herkunft vorausgesetzt). Die Douglasie überwächst dann im Stangenholzalter nicht nur die Fichte, sondern auch die Kiefer.

Dieterich hat für Württemberg hierüber folgende Zahlen ermittelt:

	Mittlere Höhe herrschender Stämme im Alter von Jahren							
	5	8	10	12	16	20	24	28
	m	m	m	m	m	m	m	m
Douglas Fl. 2	1,0	2,0	3,4	5,0	9,1	13,0	16,4	19,4
Fichte I. Bonität . .	0,8	1,6	2,4	3,5	6,1	9,0	11,8	14,5
Kiefer I. Bonität . .	1,1	2,2	3,3	4,6	7,1	9,7	12,1	14,2

Auch anderwärts ist die starke Überlegenheit der Douglasie gegenüber der Fichte nicht nur in der Höhen-, sondern auch in der Massenleistung hervorgetreten.

Schwappach konnte 1920² aus den vorhandenen 16 Probeflächen schon folgende Zusammenstellung für die durchschnittlichen Derbholzleistungen im Verhältnis zur Fichte geben:

Douglasie			Alter	Fichte		
Höhe m	Masse fm	Gesamt- zuwachs fm		Höhe m	Masse fm	Gesamt- zuwachs fm
I. Standortsklasse						
11,2	147	147	20	6,8	25	25
17,9	237	368	30	11,6	125	134
21,3	328	674	40	16,6	262	305
II. Standortsklasse						
7,0	48	48	20	—	—	—
13,5	128	171	30	8,3	71	74
17,6	209	327	40	12,8	175	195

Diese Zahlen zeigen eine so außerordentliche Überlegenheit der Douglasie³, besonders in der Gesamtmassenerzeugung, daß man angesichts dieser Ergebnisse eigentlich die Folgerung ziehen müßte, es gäbe kein besseres Mittel, um die Erträge des deutschen Waldes zu erhöhen, als überall soweit wie möglich und sobald wie nur möglich Douglasien statt unserer einheimischen Nadelholzarten und der Buche anzubauen. Vorläufig wäre das aber doch noch verfrüht! Eine Zeit von 40 Jahren ist noch zu kurz, um alle für eine große Umstellung erforderlichen Verhältnisse zu übersehen. Erst nach weiteren

¹ Groth: Die Wurzelbildung der Douglasie und ihr Einfluß auf die Sturm- und Schneefestigkeit dieser Holzart. Allg. Forst- u. Jagdztg. 1927, S. 186.

² Mitt. d. dtsh. dendrol. Ges. 1920, S. 268.

³ Die noch viel größere, geradezu ungeheure Mehrleistung einer Fläche im Sachsenwalde (Mitt. d. dtsh. dendrol. Ges. 1920, S. 270), die im 42jährigen Alter 891 fm Masse gegen nur 389 fm einer danebenliegenden Vergleichsfläche für Fichte ergeben haben sollte, hat sich inzwischen als Irrtum herausgestellt, da die Flächen nicht gleich groß waren. Nach der erfolgten Berichtigung (ebenda 1927, S. 236) beträgt der Unterschied im 49jährigen Alter vielmehr nur:

	Douglasie	Fichte
Mittlere Höhe	m 28,0	19,0
Mittlerer Durchmesser . .	cm 27,5	20,2
Gesamtmasse	fm 440,0	361,0

Danach liegt die Mehrleistung nur wenig über den Schwappachschen Durchschnittszahlen.

40—50 Jahren wird man einen derartigen Entschluß wagen können. Schon manche eingeführte Art hat erst im späteren Alter plötzlich Rückgangerscheinungen und neue und dann meist sehr schwere Erkrankungen gezeigt (vgl. Weimutskiefer). Man wird also vorläufig noch immer vorsichtig und zurückhaltend sein müssen.

Im übrigen hat sich aber die Douglasie bei uns bisher als recht widerstandsfähig, und wo sie beschädigt wurde, als sehr reproduktionsfähig gezeigt. Sie leidet besonders in der Jugend durch Fegen des Rehbocks, im Stangenholzalter durch Schälern des Rotwildes. Aber im ersteren Fall erhebt sich, selbst wenn der Wipfel abstirbt, immer ein Seitenast, der sehr energisch die Führung übernimmt, und Schälerschäden überwallen im Gegensatz zu Fichte so gut, daß nach einem Jahrzehnt nur noch eine kaum erkennbare Narbe im Rindengewebe bleibt (vgl. Abb. 145)! Hallimasch tötet vereinzelt, ist aber sicher nicht schlimmer und häufiger als wie bei der Fichte, und gegen den Wurzelpilz (*Polyporus annosus*) hat sich die Douglasie mitten in Sterbegebieten der Lüneburger Heide im scharfen Gegensatz zu Fichte und Kiefer geradezu immun gezeigt (vgl. Abb. 200)¹.

Die Frage der Holzbeschaffenheit ist wegen der Jugend unserer Bestände noch nicht genügend zu beurteilen. Ein solch engringiges Holz wie im heimatischen Urwald wird und kann bei uns in der Erziehung im Freiland und weiten Verband natürlich nicht erwachsen. Das wird auch im heutigen amerikanischen Kunstwald, soweit ein solcher dort schon besteht, nicht mehr der Fall sein. Es ist aber schon an dem jungen, bisher entnommenen Holze festzustellen, daß trotz der breiten Jahrringe das Spätholzprozent ungewöhnlich hoch und daher die Festigkeit groß ist. Die Verkernung tritt sehr früh ein, weshalb Durchforstungsstangen dort, wo diese Vorzüge schon einigermaßen bekannt sind, außerordentlich gut bezahlt werden.

Alles in allem: Vorzüge, wohin man blickt! Jedenfalls kann man wohl sagen: Noch nie hat eine ausländische Holzart bei uns so sehr alle Erwartungen nicht nur erfüllt, sondern sogar übertroffen wie die Douglasie. Ihr weiterer Anbau in kleinen Horsten zur Ausfüllung von Lücken in Laubholz- und Nadelholzverjüngungen, aber auch auf geeigneten, zunächst kleineren Flächen im Reinbestand bzw. in Mischung mit Fichte oder Buche, auch ihre Verwendung zum Unterbau älterer Kiefern- vielleicht auch Eichenstangenhölzer, wo sie allein beim Abtrieb des Oberholzes nach 40—50 Jahren schon wertvolles Nutzholz liefern könnte, das alles sind aussichtsvolle Möglichkeiten, die man der Praxis dringend empfehlen kann, um den Ertrag des Waldes zu steigern.

In der Bestandspflege wird eine kräftige Handhabung der Durchforstung am Platze sein, da die Douglasie auf Lockerstellung mit starkem Lichtungszuwachs antwortet, andererseits bei enger Stellung sich schlecht bewurzelt und leicht vom Sturm geschoben und geworfen wird.

¹ Zimmermann: Untersuchungen über das Absterben des Nadelholzes in der Lüneburger Heide. Z. f. Forst- u. Jagdwes. 1908, S. 357.



Abb. 145. Glatt vernarbte Schälstelle (80 cm lang, 23 cm breit) an einer ca. 40jährigen Douglasie. Aufn. von Dengler.

In jedem Fall aber wird auf Gewinnung des geeigneten Saatgutes der größte Nachdruck gelegt werden müssen. Soweit heute schon solches aus hiesigen gutwüchsigen Beständen zu erhalten ist, wird dies das sicherste sein. Im übrigen würde es eine große und dankenswerte Aufgabe für die leitenden Stellen in der Forstwirtschaft, u. a. auch für den Hauptausschuß für forstliche Saatgutenerkennung sein, einen unbedingt sicheren Bezug aus erprobten Gebieten in Amerika zu schaffen, und auch die Darmmethoden drüben nachzuprüfen, damit wir nicht unnötig verdorbenen Samen bekommen!

Wenn nicht alles täuscht, hat die Douglasie jedenfalls noch eine große Zukunft im deutschen Walde!

2. Die Weimutskiefer (*Pinus Strobus L.*)¹. Die Strobe ist ein Baum des östlichen Nordamerika und nimmt das große Gebiet der nördlichen Seen bis zu den Alleghannys ein. Die riesigen Stroben- oder Withe-Pine-Waldungen dort sollen aber schon fast völlig aufgebraucht sein, da das Holz in Amerika zu dem am meisten begehrten und gehandelten gehört. Sie wächst sowohl auf sandigem Lehm als auch nur auf reinen, aber meist frischen bis feuchten Sanden und geht bis in die Erlenbrücher hinein. Sie bildet bald reine, bald Mischbestände mit Laubholz, einer zweinadligen Kiefer (*Pinus resinosa*) und der Balsamtanne, im Alleghanny-Gebirge auch mit der Hemlocktanne, wobei sie ganz ähnlich wie unsere Kiefer auf den kräftigeren, lehmigeren Böden mehr Mischholzart, auf den reinen Sanden aber allein bestandsbildend ist².

Die Strobe ist schon seit über 100 Jahren im Walde bei uns angebaut. Die ältesten und sehr massenreichen Bestände, die heute schon wieder in teilweise natürlicher Verjüngung begriffen sind, stehen u. a. im Stadtwald von Frankfurt am Main, in Trippstadt i. d. Pfalz, in Oberschlesien und einigen anderen Orten.

Die Strobe ist eine Halbschattholzart. Ihre Bodenansprüche sind nicht sehr hoch. Sie kommt vor allen Dingen auch auf verarmten, streuberechtigten und verheideten Böden noch recht gut fort. Ihre dichte Nadelstreu deckt den Boden gut und hält das Unkraut im Bestand länger und besser fern als die Kiefer. Allerdings zersetzt sich die Streu auch schwer, und Rohhumusbildungen sind daher unter ihr, namentlich in feuchten Gebieten, häufig zu beobachten. Der Wuchs ist rasch, z. T. sehr rasch, die Massenleistung hoch und übertrifft die der Kiefer bei weitem, wenn sie auch meist nicht an die der Douglasie heranreicht. Das Holz ist zwar weich und leicht, aber gerade deswegen zu gewissen Zwecken (für leichte Kisten, Jalousien u. dgl.) sehr gesucht.

Die Strobe ist aber ganz außerordentlich gefährdet und wenig widerstandsfähig. Sie ist allen Wildschäden vom Verbiß, Fegen, Schlagen bis zum Schälen in höchstem Maße ausgesetzt und heilt diese Schäden schlecht aus. Auch der Hallimasch hat vielerorts starken Abgang in der Jugend verursacht, ebenso wird sie von der Rindenwollaus recht häufig befallen. Die schwerste und allmählich geradezu vernichtend auftretende Gefahr bildet aber der Blasenrost (*Peridermium Strobi*), ein Rostpilz, dessen Zwischenwirte die Ribessträucher in unseren Gärten sind. Der Blasenrost befällt schon ganz junge Pflanzen, oft schon in den Baumschulen, und wird dann mit den jungen Pflanzen von dort verschleppt. Besonders stark und tödlich tritt er in Dickungen und jungen Stangenhölzern auf, soll aber nach neueren Beobachtungen auch noch an ältere Bäume gehen. Die Blasenrostepidemie hat sich erst in den letzten Jahrzehnten entwickelt. Wir haben nach Tubeuf die Strobe einstmals „als kerngesunde Holzart“ aus Amerika bekommen. Die Krankheit hat dann aber durch Pflanzenversand, Verschleppung

¹ Eine sehr eingehende Darstellung des heutigen Standes dieser Holzart in Deutschland, ihrer Erfolge und Gefahren gibt die Verhandlung d. dtsh. Forstver. 1927, S. 326.

² Vgl. die eingehende Darstellung von Maltzahn: Jber. d. dtsh. Forstver. 1928, S. 292.

in die Gärten, wo Weimutskiefern ja gern als Schmuckbäume gepflanzt werden und so mit Ribesarten zusammenkommen, und von da aus dann wieder durch Sporenverwehung in den Wald bei uns einen derartigen Umfang erreicht, daß nach der Statistik, die anlässlich der Tagung des Deutschen Forstvereins 1927 durch Vanselow zusammengestellt worden ist, heute über 90% aller Anpflanzungen im Walde als verseucht gelten müssen. Die Berichterstatter und fast alle Redner zum genannten Gegenstand auf der Tagung des Deutschen Forstvereins kamen daher im allgemeinen zu einem sehr pessimistischen Urteil über die Zukunft unserer heutigen jungen Anlagen und für den weiteren Anbau überhaupt. Nur einige wenige Stimmen klangen etwas zuversichtlicher.

Geradezu tragisch muß es genannt werden, daß jetzt durch Pflanzenversand aus Europa nach Amerika auch dort weite Gegenden verseucht sind. Man hat daraufhin eine großzügige Bekämpfung durch Vernichtung aller Ribessträucher im und am Walde eingeleitet. In den großen, z. T. noch dünn besiedelten amerikanischen Waldgebieten liegen die Aussichten dafür günstiger als bei uns, wo die vielen Siedelungen um unsere viel kleineren Wälder herum einen derartigen Kampf ziemlich aussichtslos erscheinen lassen. Tubeuf schlägt vor, den Anbau der Strobe ganz auszusetzen und dafür die anscheinend immune Balkanstrobe (*Pinus Peuce*) anzubauen, die aber langsamwüchsiger ist, und deren sonstige Leistungen in waldbaulicher Hinsicht (Gebirgspflanze!) wir noch wenig kennen.

Mindestens wird man sich dem Urteil Vanselows anschließen müssen, der den weiteren Anbau als Hauptholzart und in reinen Beständen als ein „Risiko“ bezeichnet, das „eine ihrer Verantwortung bewußte Wirtschaft“ heute nicht mehr auf sich nehmen könne. Dagegen kann die Strobe wohl noch als Einzel- oder vorübergehende Mischung Anwendung finden, da sie ein gutes Füll- und Treibholz bildet. Auch als Voranbau auf erkrankten, verödeten oder verheideten Böden wird sie noch anzuwenden sein, namentlich da, wo keine andere passendere Holzart zur Verfügung stehen sollte. Dabei muß aber immer im Auge behalten werden, daß wahrscheinlich ein Abgang und eine Durchlöcherung durch den Blasenrost eintreten wird, weswegen die ganze Anlage so ausgeführt werden sollte, daß die Wirtschaft hierdurch in keine verlustreiche Zwangslage gerät. Fälle der weiteren Verwendung werden besonders auf ursprünglich laubholzfähigen, jetzt aber verheideten Böden gegeben sein, wo der Weimutskiefernbestand oft Hervorragendes in der Unterdrückung der Heide leistet, bei eigenem Lückigerwerden im Stangenholzalter dann aber mit Laubholz unterpflanzt werden kann, nachdem der Boden wieder in Ordnung gekommen ist. Für das nordwestdeutsche Heidegebiet lehnt Erdmann die Strobe auch in dieser Form wegen ihrer Rohhumusbildung durchaus ab.

Die Sitkafichte (*Picea sitkaensis* Carr.) aus dem pazifischen Westamerika hat viel geringere Bedeutung.

Für den kontinentalen, trockneren Osten ist sie bei uns kaum geeignet. Dagegen hat sie im nordwestdeutschen Küstengebiet, besonders in Schleswig-Holstein und im westdeutschen Gebirge in nassen Lagen in einzelnen Fällen Hervorragendes geleistet (Hochlagen der Eifel und des Hunsrück). Sie hat hier die einheimische Fichte stark übertroffen, soweit das jugendliche Alter (25—30 Jahre) schon ein abschließendes Urteil zuläßt. Für Süddeutschland (Württemberg) trifft dies schon nicht mehr zu.

Besonders auf sehr feuchten und moorigen Böden, wo unsere Fichte oft schon versagt, hält sie sich gut. Sie leidet aber unter Spätfrösten mindestens ebenso wie diese, und die Erwartung, daß sie wegen ihrer spitzen stehenden Nadeln weniger dem Wildverbiß ausgesetzt sein würde, hat sich jedenfalls nicht erfüllt, wenn man die verschiedenen Berichte zusammenhält. Schwappach empfiehlt ihren Anbau daher auch nur für die besonderen Fälle: Küstenklima und sehr feuchte anmoorige Standorte.

4. Die Bankskiefer (*Pinus Banksiana* Lamb.). Diese aus dem östlichen Nordamerika stammende Kiefer ist besonders wegen ihrer großen Anspruchslosigkeit an den Boden nicht nur versuchsweise, sondern auch auf größeren Flächen zum Anbau von Ödland, besonders im trockenen Osten Norddeutschlands, auf Binnendünen und auf Flugsand viel verwendet worden.

Ihr Jugendwuchs ist in der Tat auf solchen ärmsten Böden noch überraschend groß. Sie treibt in jedem Jahr Doppelquirle, was bei der Alterszählung zu beachten ist. Manche behaupten, daß sie so gut wie immun gegen die Schütte sein soll. Dies ist aber nach den Feststellungen von Herrmann¹ nicht richtig, sondern sie kommt nur rascher aus der unteren, schüttelegefährdeten Zone heraus. Um so mehr leidet sie aber unter Wild- und Wicklerschäden. Außerordentlich bedenklich muß es auch erscheinen, daß sie bei uns schon ungewöhnlich früh mannbar wird und schon vom 10. Jahr ab — manchmal noch viel früher — regelmäßig und reichlich Zapfen trägt, wodurch sie sich naturgemäß vorzeitig erschöpfen muß. Das anfänglich rasche Jugendwachstum hat denn auch in der Folge überall nachgelassen. Die ältesten Anlagen, jetzt 30—40jährige Stangenhölzer, zeigen selbst für den armen Boden, auf dem sie gewöhnlich stehen, geringen Wuchs und schlechte, vielfach dünne, sich windende Stammformen. Wo eine zufällig eingesprengte einheimische Kiefer dazwischensteht, hebt sie sich gewöhnlich durch viel besseren Wuchs und erheblich größere Stammstärke sofort heraus.

Im allgemeinen hat diese Holzart daher stark enttäuscht. Schwappach empfahl sie 1911 zwar noch „zur Aufforstung von Flugsand, zu Mischkulturen auf geringsten Böden und zum Füllen lückiger Kiefernbestände“, sagte aber damals schon: „Wo *Pinus silvestris* nur noch leidliches Gedeihen verspricht, soll *Pinus Banksiana* niemals rein angebaut werden.“ Heute wird man dieses Urteil eher noch verschärfen müssen. Mit entsprechenden Hilfsmitteln (Reisigdeckung, Moorerdebeigabe ins Pflanzloch usw.) wird man auch auf Dünen sand unsere einheimische Kiefer hoch bekommen. Und wenn diese erst einmal angewachsen und leidlich in Schluß getreten ist, leistet sie mehr als die Ausländerin, die ihr nur in der Überwindung der ersten Anfangsschwierigkeiten voraus ist.

5. Die Pechkiefer (*Pinus rigida*). Ursprünglich in Deutschland eingeführt, weil man in ihr die Vertreterin des als pitch-pine bekannten und berühmten Handelsholzes sah, was sich aber als grundlegender Irrtum herausstellte, da dieses der *Pinus palustris* Mill. (*syn. australis* Mich.) zugehört, hat auch diese Art meist versagt. Nach anfänglich gutem und raschem Wachstum stockt auch sie im Stangenholzalder oft vollständig, so daß z. B. in der Lehrforst Freienwalde ganze mit ihr angebaute Flächen vorzeitig abgetrieben werden mußten und mit einheimischen Kiefern angebaut wurden. Die Pechkiefer besitzt bekanntlich die für Nadelhölzer seltene Eigenschaft einer gewissen Ausschlagsfähigkeit. Aber die Erwartung, daß sie sich in Freienwalde durch Ausschlag vom Stock wieder ergänzen und etwa zur Füllung des neuen Bestandes beitragen würde, hat sich auch nicht erfüllt². Dagegen hat sie sich auf geringen Böden als Mischholzart in reihenweiser Mischung mit der einheimischen Kiefer bewährt, indem sie durch ihren reichlichen Nadelabfall den Boden besser deckte und, zunächst etwas vorwüchsig, der einheimischen Kiefer als Treibholz diente. Von dieser wurde sie dann aber vom 10. Jahre an überholt, so daß die einheimische nun freien Raum bekam und die Pechkiefer dann mehr und mehr zurückbleibend und zusammenbrechend, nur noch als Bodenschutzholz und schließlich als Dünger

¹ Herrmann: Verhalten und Gedeihen der ausländischen Holzgewächse in Westpreußen. Mitt. d. dtsh. dendrol. Ges. 1911, S. 115. — Über die Krankheiten der ausländischen Gehölze. Ebenda S. 135.

² Boden: Anbauversuche mit ausländischen Holzarten im akademischen Lehrrevier Freienwalde a. d. O. Mitt. d. dtsh. dendrol. Ges. 1924, S. 32.

wirkte. Schwappach empfiehlt diese Art des Anbaues auf sehr armen Böden und gibt auch Zahlen für die Massenleistungen einer solchen Fläche im Vergleich zu einer angrenzenden, allerdings zwei Jahre älteren reinen Kiefernfläche. Eine irgendwie ins Gewicht fallende Mehrleistung für die Mischkultur geht daraus allerdings nicht hervor.

6. Schwarzkiefer (*Pinus Laricio Poir.*). Der Anbau dieser Holzart hat nur eine besondere Bedeutung auf Kalköderland. In Österreich und in Istrien hat sie sich gerade bei der Aufforstung verkarsteter Kalkhänge sehr bewährt, ebenso auch bei uns auf Muschelkalk. Sie dient dort lediglich als Vorbauholzart zur Bodenbesserung und wird im Stangenholzalter gewöhnlich in Laubholz (Buche, Esche, Ahorn usw.) übergeführt.

7. Die japanische Lärche (*Larix leptolepis Gord.*). Diese aus dem japanischen Hochgebirge stammende Lärche ist bei uns als Ersatz für unsere einheimische Art angebaut worden, weil sie weniger unter Motte und Krebs leiden soll. Das erstere wird ziemlich allgemein bestätigt, das letztere nicht überall. Doch scheint es im großen und ganzen auch zuzutreffen. Meist erweist sich die Japanerin auch anfangs noch raschwüchsiger als unsere europäische Art. Doch warnt H. Mayr davor, darauf zu große Hoffnungen zu setzen, da sich das Verhältnis nach seinen Erfahrungen später umkehre. In Dürrejahre hat *leptolepis* mehrfach Empfindlichkeit und Spitzentrocknis gezeigt. Für arme Sandböden paßt sie überhaupt ebensowenig oder noch weniger wie unsere einheimische Lärche. Dagegen hat sie sich im nordwestdeutschen Heidegebiet und im Gebiet des Küstenklimas (Schleswig-Holstein) besonders bewährt und ist dort in letzter Zeit in größerem Umfang auch in reinen Beständen oder in Mischung mit Fichte angebaut worden. Man schätzt neben ihren sonstigen Vorzügen vor allem ihre gute, milde Humusbildung, die zur Bekämpfung der dortigen Rohhumusgefahr zu dienen geeignet ist. Im allgemeinen soll man sich freilich vor Reinanbau auf größeren Flächen bei noch nicht lange genug erprobten Ausländern besser hüten. Aber in diesem Falle würde jedenfalls, wenn auch ein späteres Versagen eintreten sollte, kein großer Schaden entstehen. Denn man würde dann unter dem lichten Schirm der Lärchenstangenhölzer auf dem in gutem Humuszustand befindlichen Boden jede andere Holzart nachziehen können, wie überhaupt ein Unterbau vom Stangenholzalter an sowieso notwendig sein dürfte.

Andere ausländische Nadelhölzer, wie *Abies concolor* und *Nordmanniana*, *Chamaecyparis Lawsoniana*, *Thuja gigantea*, *Tsuga canadensis* u. a., findet man zwar neben den amtlichen Versuchen auch sonst noch öfter angebaut. Es liegen aber hierüber entweder so wenig Erfahrungen vor, oder diese haben so wenig Anbaufähigkeit oder Anbauwürdigkeit gezeigt, daß von ihrer Besprechung hier abgesehen werden kann.

Neuerdings werden auch noch einige andere Ausländer empfohlen¹. So wird z. B. in allerletzter Zeit *Pinus Murrayana* nach ihren Erfolgen in Finnland wegen ihrer Raschwüchsigkeit besonders angepriesen. Man hat aber Grund genug, nach den vielen Enttäuschungen, die uns viele Ausländer gerade nach dieser Beziehung gebracht haben, zunächst etwas mißtrauisch zu sein und erst Versuche anzulegen. Wenn diese dann 40—50 Jahre alt sein werden, wird man eher urteilen können. Bis dahin sollte man Zeit und Geld lieber für sicherere Anlagen aufwenden!

Von ausländischen Laubhölzern spielen bisher nur wenige eine gewisse Rolle. Vor allen Dingen wäre hier zu nennen:

8. Die Roteiche (*Quercus rubra L.*). Diese nordamerikanische Eiche zeichnet sich außer durch ihre Schmuckwirkung (das große und im Herbst leuchtendrot gefärbte Blatt) durch größere Anspruchslosigkeit an den Boden gegenüber unseren einheimischen Eichenarten aus. Sie kommt auch noch auf mittleren Sand-

¹ So besonders von Harrer, der in Süddeutschland stark dafür eintritt. Vgl. Forstwiss. Zbl. 1925, S. 49 u. 451, u. a. m.

böden gut fort, wenngleich sie andauernd raschwüchsig auch nur auf besseren, etwas anlehmigen Sanden zu sein scheint. Immerhin ist und bleibt sie eine wichtige Laubmischholzart in unseren Kiefernbeständen und auch zum Unterbau derselben geeignet. Sie sollte in der Praxis hierzu viel mehr, als dies im allgemeinen geschieht, herangezogen werden. Ihr reicher Laubabfall und ihre gute Humusbildung, ihre lockernde Wirkung auf die obere Bodenschicht (vgl. S. 193) verleihen ihr starke bodenbessernde Eigenschaften, die man in der Kiefernwirtschaft gerade sehr brauchen kann. Dabei ist ihr Anbau in Deutschland schon so alt, daß er eine gewisse Gewähr für Dauer und Aushalten bis zum hiebsreifen Alter bietet. Ihr Holz ist freilich ebenso wie in Amerika kein erstklassiges Eichenholz und wegen seiner Porosität zu Weinfässern nicht geeignet, immerhin aber wertvoll genug, um den Kiefernwald des Ostens noch um ein recht gutes Nutzholz zu bereichern. Sie eignet sich besonders zur horstweisen Einsprengung, aber auch zur Ausfüllung von Lücken und zur Nachbesserung in Kiefernkulturen. Nur muß man damit nicht bis auf die geringsten Standorte heruntergehen und ihr auch die genügende Freiheit zur Entwicklung geben. Auch muß man die Horste gut durchforsten, da sie sonst leicht zu schlank bleibt und sich umbiegt. Auf mittleren bis besseren Böden ist sie bei entsprechender Behandlung überall den einheimischen Eichen an Höhen- und Stärkenwuchs überlegen. Trotzdem wird man auf ausgesprochenen Eichenböden (Lehm) lieber bei unseren einheimischen Arten bleiben, besonders der Traubeneiche, die uns sicherer ein hochwertiges Holz verbürgt. Auch zur Auspflanzung von Lücken in den Buchenverjüngungen, namentlich da, wo die Buche zur Rohhumusbildung neigt, wie z. B. in Nordwestdeutschland, dürfte die Roteiche sehr zu empfehlen sein.

Wegen ihres in der Heimat außerordentlich hochwertigen Nutzholzes (Hickory-Handelsholz) sind auch eine Reihe von *Carya*-Arten (*C. alba*, *porcina*, *tomentosa* u. a.), sowie die schwarze Walnuß (*Juglans nigra* L.) bei uns versuchsweise angebaut worden. Die Anlagen sind meist noch jung. Bewährt haben sich diese sehr anspruchsvollen Holzarten bis jetzt nur in sehr günstigen Klimlagen und auf allerbesten Böden, wo man auch unsere wertvollsten einheimischen Holzarten Eiche und Esche mit Erfolg nachziehen kann. Ihr Anbau in größerem Umfange dürfte kaum eine wirtschaftliche Berechtigung haben.

Als Ersatz für die einheimische Esche in Lagen, die durch Stauwasser, besonders bei Überschwemmungen, gefährdet sind, wird die amerikanische Esche (*Fraxinus americana*) empfohlen, die sich hier, wie das auch die letzten großen Überschwemmungen in Deutschland gezeigt haben, als widerstandsfähiger erweist als die einheimische Art. Aus gleichen Gründen ist die Amerikanerin auch zur Umpflanzung von nassen Bruchrändern mit stark wechselnder Wasserhöhe verwendet worden. Über die Holzgüte liegen widersprechende Angaben vor, da es erst wenig ältere Bäume gibt. Beim Pflanzenbezug ist Vorsicht geboten, da in der Benennung noch vielfach Unklarheit herrscht¹.

Sehr raschwüchsig und frühzeitig hohe Erträge abwerfend sind einige ausländische Pappelarten (*Populus canadensis*, *trichocarpa* und andere Handelsarten, deren Bezeichnung ebenfalls noch vielfach unsicher ist, wie die neuerdings empfohlene *robusta*, *robusta* × *angulata* u. a.). Alle diese Arten und Sorten werden durch Stecklinge vermehrt und lassen sich als solche bzw. als stärkere Setzstangen sehr leicht auspflanzen. Sie wachsen in Einzelanlagen an Flußufern, Graben-, Teich- und Bruchrändern, aufgegebenen Wiesenanlagen oft unglaublich rasch und können schon mit 30—40 Jahren starke nutzbare Bäume

¹ Vgl. Herre: Erfahrungen mit amerikanischen und deutschen Eschen. — Schwerin, F. Graf v.: Was bedeutet „*Fraxinus americana*?“ Mitt. d. dtsh. dendrol. Ges. 1928, S. 212 u. 214.

ergeben, deren Holz zwar weich, aber für gewisse Verwendungszwecke sehr gesucht und gut bezahlt ist. Ihr Anbau ist aber nur auf die kleinen, oben angegebenen Örtlichkeiten beschränkt, die oft nicht genügend ausgenutzt werden. Hier ist sicher, namentlich für kleinere Wirtschaften, eine Gelegenheit gegeben, die Erträge zu erhöhen.

Wenig bewährt haben sich zwei raschwüchsige und genügsame Laubhölzer, der eschenblättrige Ahorn (*Acer negundo*) und die spätblühende Traubenkirsche (*Prunus serotina*). Sie werden zwar auch heute noch vielfach zur Auspflanzung von Lücken im Kieferwald empfohlen, sind aber fast überall derartig sperrwüchsig und schlechtformig, daß man auf sie verzichten sollte.

Es ist durchaus wahrscheinlich, daß unter der großen Anzahl von nordamerikanischen und ostasiatischen Holzarten noch die eine oder andere unversuchte sein wird, die einen Anbau besser lohnen dürfte als manche, mit denen man bisher gearbeitet hat. Die Tatsache, daß trotz sorgfältig überlegter Auswahl der bisherigen Versuchsarten viele Enttäuschungen eingetreten sind und eigentlich nur ein paar Arten übriggeblieben sind, die sich nicht nur bewährt haben, sondern auch wirtschaftlich wichtig sind, gibt zu denken. Wie schon vorher erwähnt, scheinen trotz der Gleichheit oder Ähnlichkeit der klimatischen Daten doch immer noch feine Abweichungen in diesen oder anderen standörtlichen Beziehungen zu bestehen, die sich in den Erfolgen bzw. Mißerfolgen oft handgreiflich zeigen, ohne daß man sie aus den klimatischen Angaben recht begründen könnte. Eine unter Umständen noch mögliche Bereicherung der Liste der anbauwürdigen Ausländer dürfte daher wohl nur von denjenigen Arten zu erwarten sein, die auch in der Heimat ein großes Verbreitungsgebiet haben, und die dadurch eine gewisse Breite des Lebensspielraums zeigen, die ihnen auch das Einleben in fremde Verhältnisse ermöglichen wird.

6. Kapitel. Die wichtigsten deutschen Mischbestandesarten.

Es kann nicht die Aufgabe sein, hier alle die vielen Mischbestandsformen, die es im deutschen Walde gibt und die überhaupt möglich sind, aufzuzählen und zu besprechen. Viele von ihnen sind untereinander so ähnlich und in ihren waldbaulichen Wirkungen so gleich, daß man nur Wiederholungen vorbringen könnte. Andere zeigen zwar Abweichungen, die sich aber so selbstverständlich aus den Holzarten ergeben, die sie zusammensetzen, daß man auf eine Erörterung füglich auch verzichten kann. Es sollen daher hier nur die hauptsächlichsten Formen herausgegriffen und in ihrem waldbaulichen Verhalten geschildert werden.

A. Mischungen von Schatthölzern untereinander.

1. Fichte \times Tanne, hauptsächlich in den mittleren Gebirgslagen Deutschlands, (bes. in Süddeutschland), wo es für die Tanne noch nicht zu rauh wird. Die Mischung entsteht meist natürlich, indem die Tanne im gelockerten Altholz zuerst anfliegt, vielfach und gern gruppenweise auf kleinen Lücken. Die Fichte kommt dann etwas später nach weiterer Lichtung auch natürlich, oder sie wird künstlich eingebracht. Dunkle Stellung des Mutterbestandes im Anfang ist wegen der Frostgefahr für die Tanne nötig. Diese muß erst richtig „angewachsen“ sein und Fuß gefaßt haben, ehe die Fichtenverjüngung einsetzt, bzw. diese soll bei gleichzeitigem Ankommen zunächst etwas zurückgehalten werden. Die lichtere oder dunklere Schirmstellung ist bei geschickter Wirtschaft der beste Regulator von Grad und Altersverhältnis der Mischung. Starker Wildstand gefährdet vor allen Dingen die Erhaltung der Tanne. Die Mischung ist wegen der Beimengung der günstigeren Tannennadelstreu zur ungünstigeren der Fichte und wegen der gleichmäßigeren Bodenausnutzung durch die tiefer wurzelnde Tanne neben der flachwurzelnden Fichte als besonders bodenpfleglich zu betrachten, kommt allerdings auch schon von Natur meist nur auf besseren, tätigeren Böden vor. Im allgemeinen sagt

man ihr auch eine größere Sicherheit gegen Sturm, Schnee und Insekten nach. Jedenfalls bietet sie beste Gelegenheit zur Ausformung geschichteter Bestände wegen der größeren Schattenfestigkeit der Tanne. Bei geschickter Handhabung der Bestandserziehung kann nach Eintritt der Zuwachskulmination der Fichte durch Herausarbeiten der Weißtanne das Schwergewicht der Leistung mehr auf diese verschoben und der Zuwachs noch lange auf der Höhe gehalten werden. Wo diese Mischung zweier so leistungsfähigen, nutzholztüchtigen und miteinander verträglichen Holzarten von Natur gegeben ist, muß sie schon als ein großer Vorteil betrachtet werden. Sie gibt dem geschickten Wirtschaftler die beste Gelegenheit, seine Kunst zu zeigen, belastet ihn aber auch mit der vollen Verantwortung, diese hochwertvolle Form dem Walde zu erhalten und alle Möglichkeiten aus ihr herauszuholen.

2. Tanne × Buche, ebenfalls in mittleren Gebirgslagen wie die vorige, aber meist in etwas tieferer Lage verbreitet, wo die Fichte nicht mehr ihre volle Stoßkraft ausübt. Die Tanne bildet hier das Hauptnutzholz, die Buche übernimmt mehr die Rolle eines Schutz- und Füllholzes, darf also nicht zu stark hervortreten, um die Wertleistung des Bestandes nicht allzusehr herabzudrücken (am besten nicht über 0,2—0,3 des Vollbestandes.) Pflöglich ist die Beimischung der Buchenlaubstreu, die aber bei der Verjüngung auch manchmal zur Gefahr für die jungen Keimpflänzchen der Tanne durch Zudecken und Ersticken werden kann. Die Mischung hat sonst vieles mit der Mischung Fichte × Buche gemeinsam, ist aber seltener wie diese.

3. Fichte × Buche¹. Von Natur in unseren Gebirgen in der obersten Buchenregion früher weitverbreitet, aber leider durch Kahlschlagbetrieb und frühere Abneigung gegen die Buche heute sehr zugunsten des reinen Fichtenbestandes (vgl. S. 100) zurückgedrängt. Dagegen ist diese Mischungsform mit der Buche als Hauptholzart und der Fichte als mehr oder minder reichlicher Einsprengung künstlich in das eigentliche Buchengebiet eingedrungen und hier durch das ganze westdeutsche Berg- und Hügelland weitverbreitet, obwohl sie selbstverständlich auch früher am unteren Rande der Fichtenregion natürlich aufgetreten ist.

Die Rolle der Bodenpflege fällt einseitig der Buche zu, die hier insbesondere durch ihr seitlich verwehendes Laub ungünstige Rohhumusbildung verhindern und die Bildung von Polstermoosen unterdrücken kann. (Beobachtungen von Forstm. Kautz in Sieber a. H.) Außerdem macht sie den Bestand sturmfechter, wenn es gelingt, sie zu genügender Kronenausbildung im umgebenden Fichtenbestand heranzuziehen, was gerade bei derjenigen Mischform, wo die Fichte vorherrscht, größter Aufmerksamkeit und dauernder Bestandspflege bedarf. In diesen oberen Lagen ist jede, auch die geringste Buche kostbar und unbedingt zu halten, auch wenn dafür die eine oder andere gute Fichte fallen muß! Hier gilt in besonderem Maße, daß das Vorhandene leichter zu erhalten als das einmal Verlorene wiederzugewinnen ist. Für die unteren Lagen mit vorwiegender Buchenbestockung ist zwar eine nicht zu knappe Beimischung der Fichte zur Erhöhung der Wertleistung erwünscht. Es ist aber dabei nicht zu vergessen, daß u. U. noch andere und vielfach besser geeignete Holzarten hierfür in Frage kommen (Eiche, Lärche, Esche), und daß die schablonenmäßige Einpflanzung der Fichte oft nur aus Bequemlichkeit oder Gedankenlosigkeit geschieht.

Im allgemeinen ist die Fichte im Anfang in der Buchenverjüngung, in die sie meist etwas später hineinkommt (durch Nachbesserung auf Fehlstellen als

¹ Kautz: Die Verjüngung und Pflege der Buchen- und Fichtenhochwaldbestände im Schmalschlagbetriebe in der Oberförsterei Sieber. Z. f. Forst- u. Jagdwes. 1921, S. 348. — Die Verjüngung von Buche und Fichte im Harz. Ebenda 1922, S. 93.

„Lückenbüßerin“), nachwüchsig und wird oft überwachsen, wenn der Altersvorsprung der Buche zu groß oder der Raum für die Fichte zu klein war (Einzel- oder Truppmischung oder ganz kleine Gruppen). Kommt die Fichte aber bis zum Abschluß des Dickungsalters mit, dann kehrt sich das Verhältnis später meist um. Die Fichten schieben sich mit ihren Spitzen aus dem Buchendach heraus und behalten dann lange die Führung. Solche Fichten werden dann meist frühzeitig recht stark, aber auch ziemlich ästig.

Die Einbringung der Buche als Mischholz in den bisher reinen Fichtenbestand ist namentlich in den Gebirgslagen, wo die Fichte heute fast allein herrschend geworden ist, eine der schwierigsten Aufgaben für die Wirtschaft, da der unter der Fichte versäuerte Boden der Buche Schwierigkeiten macht, und die junge Buche dort meist dem Verbiß durch Wild auf schwerste ausgesetzt ist. Ohne Kalkdüngung und Eingatterung der Buchengruppen ist diese Aufgabe überhaupt selten durchführbar. Wo die Buche im Altbestand eingesprengt ist, ist Kronenfreihieb von langer Hand notwendig, um Samenansatz und Naturverjüngung zu bekommen. Im Buchengebiet, wo die Fichte zurücktritt, wird man immer zuerst die Naturverjüngung auf Buche durchzuführen haben und die Fichte dann leicht wieder künstlich auf Fehlstellen einbringen. Nur sollte man damit nicht so lange warten, wie dies gewöhnlich geschieht. Die Hoffnung, daß die Lücken sich noch durch spätere Buchenmasten ausfüllen werden, ist meistens trügerisch. Man verpaßt den richtigen Zeitpunkt zur Einbringung der Fichte, die dann, zwischen hohe Buchenjüngwuchshorste eingekeilt, nicht mehr mitkommt und meist wieder vergeht. Man läßt sich die Bestimmung des Anteils der Fichte am Bestand oft allzusehr von der Natur aus der Hand nehmen, und ihre Beimischung fällt dann meist zu gering oder zu ungleichmäßig auf der ganzen Fläche aus. Die für sie übrigbleibenden Flächen bekommen sehr ungünstige, nicht abgerundete Formen (Gassen, Zipfel, Säcke). In keinem Fall aber sollte die Fichte auf flachgründige, trockene Köpfe hingebracht werden, auf denen auch die Buchenverjüngung schon aus diesem Grunde versagt hat. Hier gehört besser die Kiefer, auch die Lärche, u. U. sogar die Traubeneiche hin, namentlich wenn das unterliegende Gestein etwas zerklüftet ist. Die Fichte bringt es auf solchen Stellen erst recht zu nichts und verdirbt den Boden nur noch mehr. Sie hindert auch die unterständige Erhaltung der Buche u. a. m. Solche Fälle liegen besonders im westdeutschen Buntsandsteingebiet vor.

Auf Kalkböden ist die Beimischung der Fichte zur Buche zwar oft erwünscht, weil es auf diesen ausgesprochenen Laubholzböden an Nadelhölzern fehlt. Größere Horste oder Gruppen werden aber meist vorzeitig rotfaul. Einzelmischung geht in der Jugend meist durch die alles überwachsene Buche verloren. Hier würde sich, soweit man nicht überhaupt auf das Nadelholz besser verzichtet, gruppenweise Einsprengung der auf Kalk geeigneteren Weißtanne, vielleicht auch der Douglasie, empfehlen, die wohl am ehesten mit der Buche Schritt halten und hier wahrscheinlich rasch zu Starkholz emporwachsen wird. Freilich liegen größere Erfahrungen hierüber noch nicht vor. Um so mehr dürften sich Versuche nach dieser Richtung empfehlen.

4. Fichte × Tanne × Buche. Dieses Ideal der Mischung in Süddeutschland, besonders Bayern, ist dort durch zahlreiche, schon von Natur vorhandene Althölzer mit allen drei Holzarten bereits vorhanden. Noch mehr als vom Fichten- × Tannenmischbestand gilt von dieser Form, daß es ein „Göttergeschenk“ für den Wirtschaftler ist. Nicht zum mindesten verdankt die süddeutsche Forstwirtschaft dieser Gabe der Natur die hohe Ausbildung ihres Standes, den guten Zustand ihrer Böden, die weite Möglichkeit zur Anwendung

der Naturverjüngung und zum stufigen Aufbau des Bestandes. Wem solch ein Pfund gegeben ist, der kann gut wuchern!

Fichte und Tanne bilden die Hauptnutzholzarten, wobei die Tanne schon zu einem Teil Bodenpflege- und Schutzholz ist. Verstärkt wird beides dann noch durch die Buche. Das angestrebte Mischungsverhältnis der drei Arten ist meist etwa 0,5—0,6 Fichte, 0,3—0,2 Tanne und 0,2 Buche, wobei natürlich von Ort zu Ort auch eine Verschiebung möglich oder nötig wird. Buche und Tanne finden sich namentlich in der Jugend gruppen- und horstweise und werden vorverjüngt. Das entspricht nicht nur ihrer größeren Schattenfestigkeit, sondern auch ihrer Frostempfindlichkeit und ist wünschenswert wegen ihres langsamen Jugendwachstums. Die Fichte kommt zuletzt und soll die Buchen- und Tannenhorste gewissermaßen umfließen und alles ausfüllen. Der Gang wird durch den Lichtgrad im Altholz bestimmt. Je länger die Schirmstellung dunkel gehalten wird, desto mehr gewinnen Tanne und Buche an Raum. Je rascher zu lichterem Stellung übergegangen wird, desto mehr kommt die Fichte hoch. Wo die Naturverjüngung der letzteren nicht vorwärts will, ist langes Zuwarten unangebracht und muß künstliche Verjüngung zu Hilfe genommen werden, wenn man der Fichte den gewünschten Flächenanteil erhalten will. Manches zur Regelung des gegenseitigen Verhältnisses kann aber auch später noch durch Bestandserziehung mit der Axt geschehen.

Die so erzielten Mischbestände sind in hohem Maße bodenpfleglich, besonders wenn darauf geachtet wird, daß die Tannen- und Buchengruppen sich gleichmäßig verteilen und auch die ungünstigeren Stellen im Bestand (Köpfe, Sonnenhänge usw.) mitumfassen. Die Gefahrensicherung ist ebenfalls, besonders durch die Buche im Hauptbestand, erhöht. Die Wert- und Massenleistung ist zwar nicht höher, vielleicht sogar meist etwas niedriger wie im Fichten- \times Tannenmischbestand. Dieser kleine Nachteil wird aber reichlich durch die anderen Vorteile, durch die Sicherheit, Freiheit und Beweglichkeit der Wirtschaft ausgeglichen.

5. Buche \times Hainbuche. Diese Mischung entsteht im westdeutschen Buchengebiet gewöhnlich in Frostlagen durch das Vordringen der frostharten Hainbuche. Wo sich während der Verjüngungszeit mehrere scharfe Spätfröste wiederholen, gewinnt die Hainbuche stellenweise die Oberhand. Wo sie mehr gleichmäßig mit der Buche gemischt ist, überwächst sie diese in der Jugend leicht, und die Buche muß dann im Aufwuchsalter durch Freischneiden bzw. Köpfen der bedrängenden Hainbuchen gerettet werden. Später bleibt die Hainbuche sowieso zurück. Gutwüchsige Einzelstämme können und sollen durchaus wegen des hohen Holzwertes und der starken Nachfrage nach Hainbuchenholz erhalten werden. Gruppen sind aber schon vom Stangenholzalder an möglichst zu vereinzeln. Vor der Verjüngung sind auch die Einzelstämme möglichst ganz herauszuziehen, da sie andernfalls sich mit ihrem weit anliegenden Nachwuchs zu sehr vordrängen. In ausgesprochenen Frostlagen aber wird man auch hiervon absehen, um sich den wertvollen Ersatz durch die Hainbuche für alle Fälle zu sichern. In bezug auf die Bodenpflege ist auch dieser Mischbestand vortrefflich, namentlich in rohumusgefährdeten Lagen, wo die überaus leicht verwesende Hainbuchenstreu ein gutes Gegenmittel bildet.

B. Mischbestände aus Lichthölzern.

1. Kiefer \times Eiche (hauptsächlich Traubeneiche). Diese Mischung finden wir auf besseren Sandböden in der Rhein-Main-Ebene, der Mark, in Pommern und anderswo. Sie tritt aber in recht verschiedenartigen Formen auf. So z. B.

vielfach als einzelständige Beimischung der Eiche in den Kiefernhauptbestand, wobei die Eiche meist sehr viel älter, also offenbar durch Überhalt aus dem Vorbestand, hervorgegangen ist. Früher war diese Form offenbar bedeutend häufiger und die Beimischung der Eiche noch reichlicher. Wenigstens geht das aus der Bearbeitung der Choriner Bestandsgeschichte durch Olberg¹ und alten Forstbeschreibungen der preußischen Staatsforsten zu Ende des 18. Jahrhunderts² sehr deutlich hervor. Viele heute reinen Kiefernwaldungen enthielten damals einen mehr oder minder reichen Anteil an starken, alten Eichen. In den jetzt noch erhaltenen Resten sind diese Eichen meist schlecht. Aber das Bessere wird eben schon früher herausgehauen worden sein. Ob es sich bei diesem Waldtyp nicht meist auch um besondere Verhältnisse unserer Sandböden handelt (Lehmunterlagerung, kalkreiche Schichten im Untergrund — so z. B. nach den Hartmannschen Untersuchungen auf den grobsandigen Böden in Chorin, Bez. Kahlenberg), würde noch einer besonderen geschichtlichen und bodenkundlichen Untersuchung bedürfen. In jüngeren Beständen haben wir eine andere, künstlich entstandene Form der Mischung, indem man vor etwa 40—50 Jahren die Eiche entweder horst- oder gassenweise und meist mit einem Altersvorsprung von 5—10 Jahren in die Kiefernverjüngung hineingebracht hat. Trotzdem im allgemeinen nach den Danckelmannschen Grundsätzen³ nur die besseren Kiefernböden hierzu ausgesucht werden sollten, hat diese Mischung sich doch selten gut entwickelt. Bei dem gassenweisen Anbau ist das nicht verwunderlich, da dieser bei seiner schematischen Aufteilung der Bestandesfläche auf örtliche Unterschiede in der Bodengüte keine Rücksicht nehmen konnte. Auch bei dem horstweisen Anbau ist das wohl oft nicht genügend geschehen. Vor allem hat man tiefer gehende Bodenbohrungen damals nirgends vorgenommen. Sehr viel trägt zu den Mißerfolgen aber jedenfalls auch der Umstand bei, daß man statt der Traubeneiche sehr oft Stieleichen nachgezogen hat, die man von Samenhandlungen als Traubeneicheln geliefert bekommen hatte. Später ist man in Preußen daher von dieser Eicheneinmischung in den Kiefernbestand ganz abgekommen, ja sie ist sogar eine Zeitlang amtlich verboten worden. Heute wird man anders darüber denken. Wenn man mit dem Tiefbohrer in 2—3 m noch lehm- oder kalkhaltige Schichten feststellen und anerkanntes Traubeneichelsaatgut bekommen kann, dürfte die gruppen- und horstweise Mischung durchaus ihre Berechtigung haben. In einer anderen Form kommt sie endlich noch öfter mit der Kiefer im Oberholz und der Traubeneiche als Unterholz auf besseren bis besten Kiefernböden vor. Die Entstehung geht entweder auf Hähersaat zurück, vielfach von einzelnen noch im Bestand erhaltenen oder schon verschwundenen Eichenüberhältern aus, oder man hat die Bestände im Stangenholzalder in Mastjahren mit Eiche durch Einhacken unterbaut. Manchmal dürfte beides, Hähersaat und Unterbau, zusammengekommen sein.

Die Mischung Kiefer \times Eiche ist nur bei reichlichem Anteil der Eiche bodenpfleglich, stets aber erhöht sie die Wertleistung, wenn es gelingt, die Eiche zu nutzbaren Stärken zu bringen. Eine Schwierigkeit wird immer die Verschiedenheit in den Bodenansprüchen der beiden Holzarten und ihre verschiedene Hiebsreife mit sich bringen. Ist die Eiche wirklich gutwüchsig, so wird man sie nicht gern mit dem Kiefernaltbestand gleichzeitig abtreiben wollen. Es bleibt also nur Überhalt, der aber wegen der Empfindlichkeit der Eiche bei Freistellung

¹ Nur im Manuskript bei der Oberförsterei Chorin vorhanden.

² Sog. Morgenländersche Handschrift in der Bücherei d. Forstl. Hochsch. Eberswalde.

³ Niedergelegt in den Betriebswerken für die Eberswalder Lehrforsten, aber durch Danckelmann als langjährigen Lehrer unter seinen Schülern in Norddeutschland dann weit verbreitet.

seine Nachteile hat. Man wird dann mindestens den Überhalt von langer Hand vorbereiten müssen. Bei der Begründung wird den Eichengruppen oder -horsten immer ein kleiner Altersvorsprung zu geben sein, der aber auch wieder nicht zu groß sein sollte, da sich sonst an den Horsten steile Außenränder bilden, die zu Ästigkeit der Randstämme oder zum Umbiegen durch auflagernden Schnee, Wind usw. führen. Eingatterung ist unbedingt nötig und nicht nur reh-, sondern auch hasen- und kaninchensicher anzulegen, sonst ist alle Mühe aussichtslos und alle Kosten sind vergebens.

2. Kiefer × Birke. Diese Mischung kommt von Natur nur auf den geringeren bis geringsten Sandböden (Talsand, Binnendünen), sowie auf moorigen und Torfböden vor. Wo sie ausnahmsweise auch auf besseren Böden auftritt — abgesehen von vereinzelter Einsprengung der Birke —, ist sie meist die Folge früherer Mißwirtschaft (alte Räumden) oder mißlungener und lückiger Natur- oder Kunstverjüngungen. Von Bodenpfleglichkeit dieser Mischung kann man kaum reden. Immerhin ist die Birke als einziger Laubbaum auf ärmsten Sandböden doch willkommen, mehr vielleicht aus Schönheitsrücksichten als aus wirtschaftlichen Gründen. Allzu starkes, gruppen- oder horstweises Auftreten der Birke ist sogar wirtschaftlich unerwünscht, da die Birke meist frühzeitiger hiebsreif wird und dann Lücken im Bestand entstehen. Die Krummschäftigkeit und häufige Rotkernigkeit der Birke hindern auch eine bessere Nutzholzverwertung. Auf Moorböden ist die Mischung durch den Schutz, den die Birke durch ihre Vorwüchsigkeit in der ersten Jugend gewährt, manchmal willkommen. Die peitschende Wirkung der Birke auf ihre Nachbarschaft wurde früher sehr gefürchtet und hat zum schonungslosen Aushieb derselben geführt. Die Gefahr ist aber, namentlich bei mäßiger Beimischung im Einzelstand, nicht so schlimm. Bei Engerlingskalamitäten dient die Birke als willkommener Fangbaum zum Sammeln der Maikäfer. Aus diesem Grunde und auch gegen die Feuersgefahr hat man vielfach die Birke in trockenen Kiefernwaldungen in Reihen und Streifen zu den Seiten der Gestelle und Straßen angepflanzt. Der Feuerschutz ist aber nur so lange wirksam, als die Birken jung sind und mit ihren grünen Zweigen bis auf die Erde heruntergehen. Später findet sich unter ihnen starker Graswuchs ein, der die Feuersgefahr sogar wieder erhöht.

3. Kiefer × Lärche. Eine Mischform, die früher durch Mengsaat beider Holzarten auf mittleren und besseren Kiefernböden viel versucht worden ist, aber selten geglückt und von Dauer gewesen ist. Die anfangs vorwüchsigen Lärchen gerieten bald ins Stocken und sind dann mehr und mehr in Abgang gekommen. Man trifft nur hier und da einmal auf frischeren Stellen noch kleine Überbleibsel davon. Etwas besseren Erfolg hat die gruppen- und horstweise Einsprengung der Lärche auf guten Kiefernböden gehabt. Diese Lärchenhorste müßten aber vom Stangenholzalter an grundsätzlich mit Buche unterbaut werden, um Bodenverwilderung hintanzuhalten. Ob die Lärche sich auf die Dauer im Kiefernbestand halten und viel leisten wird, ist auch noch fraglich.

C. Mischbestände aus Licht- und Schatten- bzw. Halbschattenholzarten.

1. Kiefer × Buche (ähnlich mit Hainbuche). Diese Mischung ist auf besseren und besten Kiefernböden weitverbreitet¹ und waldbaulich besonders für den

¹ Vgl. hierzu die sehr eingehenden Monographien von Bertog: Die Buche im nordostdeutschen Kiefernwalde. Neudamm 1921. — Aus der nordostdeutschen Kiefern-Buchen-Wirtschaft. Neudamm 1927. — Referat von Wiebecke u. Künkele: Die Einbringung und Erhaltung der Buche im Kiefernwald. Bericht über die Versammlung d. dtsh. Forstver. 1923.

Osten von größter Bedeutung. Sie kommt einmal in der Form der gleichaltrigen Mischung vor, hauptsächlich da, wo die Buche noch die Hauptholzart bildet. Sie ist dann meist durch Naturanflug der Kiefer oder durch künstliche Einbringung in die Buchenverjüngung entstanden. Viel häufiger aber tritt die ungleichaltrige Mischungsform auf, bei der die Buche 40—50 Jahre jünger ist (Abb. 146). So finden wir sie in zahlreichen Kiefernstangen- und jungen Baumhölzern der nordostdeutschen Tiefebene, aber auch in den Kiefernwaldungen Hessens und der Pfalz. Diese Form ist meist durch Unterbau der Buche im Stangenholzalter der Kiefer entstanden. Auf besseren, frischen oder anlehmgigen Sanden wächst die Buche nach langsamer Jugendentwicklung auch unter dem lockeren Schirm später noch verhältnismäßig lebhaft und mehr und mehr in die Kronenschicht der Kiefer ein.

Es wird aus der zweistufigen Form allmählich die einstufige (Abb. 147). Solche Bilder finden wir in allen Übergängen bis in die 140—160jährigen Kiefernaltbestände hinein. Diese ältesten Mischbestände sind meist nicht durch künstlichen Unterbau der Buche entstanden, sondern vielmehr durch natürliche Verbreitung von Buchenüberhälfen und Verschleppung der Bucheln durch Tiere.

Die Einmischung der Buche in den Kiefernbestand wirkt sich jedenfalls im höchsten Maße bodenpfleglich aus. Ramann, der in Eberswalder Lehrrevieren hierüber genaue Bodenuntersuchungen in vergleichsfähigen Beständen angestellt hat¹, fand sowohl den Humusgehalt höher als auch den Mineralstoffgehalt im Humus selbst (11,58 gegen nur 6,90 in 1000 Teilen Trockensubstanz). Besonders deutlich zeigte sich der Einfluß des

Buchenlaubes gegenüber der reinen Kiefernstreu in dem hohen Kalkgehalt der Humusschicht im Mischbestand (4,50 gegen 1,90 Teile; aber auch der Anteil der Phosphorsäure betrug 2,02 gegen 0,16!). Der Feuchtigkeitsgehalt der obersten Bodenschicht bis zu 60 cm Tiefe war in der ersten Hälfte der Vegetationszeit geringer als im Kiefern-Buchen-Mischbestand. Später kehrte sich das Verhältnis allerdings um, was Ramann wohl mit Recht auf den Einfluß der Grasdecke im Kiefernbestand zurückführt, die anfänglich den Wassergehalt stark herabsetzt, im Sommer aber nach dem Eintrocknen einen Verdunstungsschutz bildet, während im Mischbestand der Wasserverbrauch des Buchenunterstandes weitergeht und zu dem des Kiefernoberstandes hinzutritt. Es liegt darin zugleich der Nachweis, daß eine starke Unkrautdecke, solange sie noch grün und in voller Vegetationstätigkeit begriffen ist, dem Boden mehr Wasser entzieht als ein Buchenunterstand, daß allerdings andererseits auch



Abb. 146. 50—60jähriger Kiefernbestand, auf ganzer Fläche mit etwa 20jährigen Rotbuchen dicht unterbaut. Endmoräne der Oberförsterei Freienwalde (alter Laubholzboden).
Aufn. von Dengler.

¹ Ramann in der später angeführten Arbeit von Runnebaum, S. 357.

dieser gegenüber dem Kiefernbestand allein (ohne Unkraut) einen Mehrverbrauch bedingt.

Mindestens ebenso wichtig und wertvoll ist die Schutzwirkung des Buchenmischbestandes in bezug auf die Feuers- und Insektengefahr. Das Bodenfeuer im Walde bricht sich jedenfalls immer an solchen Beständen. Vom Kiefernspinner werden sie wohl nie befallen. Spanner und Eule greifen allerdings auch auf sie über. So sind z. B. gerade beim letzten Eulenfraß in Eberswalde große

Flächen von Kiefernstangenhölzern mit Buchenunterstand vernichtet worden. In anderen Gegenden scheinen aber die Mischbestände doch vielfach umgangen zu sein, und niemals ist bisher das erste Entstehen derartiger Raupenkalamitäten in diesen, sondern immer in benachbarten Kiefernreinbeständen beobachtet worden. Selbst beim Übergreifen des Kahlfraßes bietet der Mischbestand immer noch den großen Vorteil der vorläufigen Bodenbedeckung und geringeren Bodenverwilderung vor der Wiederaufforstung.

Überhaupt gibt der Kiefern- × Buchenbestand in der Form des zweistufigen Aufbaues jene volle „Freiheit des Handelns“, die auch in der Wirtschaftsstrategie einen großen und schwerwiegenden Vorteil bildet. Man kann z. B. bei schlechter Konjunktur für Grubenholz den Hieb ebenso einmal ganz einstellen wie ihn bei guter Konjunktur verstärken und dafür im Altholz ausgleichen. Hier ist dem Wirtschaftler auch die beste und fast unumschränkte Gelegenheit gegeben, im Kiefernbestand schärfste Auslese des Besten und Kronenpflege in jedem gewünschten Maßstab zu treiben. Jeder, der einmal das Glück gehabt hat, in solchen Beständen zu wirtschaften, wird dieses doppelte Gefühl der Sicherheit und der Freiheit empfunden haben, was der reine Kiefernbestand so sehr vermissen läßt!



Abb. 147. Junges Kiefernbaumholz auf diluvialen Spatsanden in der Oberförsterei Eberswalde mit jüngerem Buchen-Zwischen- und -Unterstand (natürlich entstanden durch Hähersaat und Verschleppung durch Mäuse, Eichhörnchen von alten Samenbäumen in der Nähe).
Aufn. von Japing.

Der Kiefern-Buchen-Mischbestand ist daher mit Recht das Ideal der Wirtschaft auf den Sandböden des Ostens geworden, hier aber leider noch nicht in dem Umfang durchgeführt, wie es möglich und wünschenswert wäre. Am weitesten voran ist darin bis jetzt wohl Hessen. Albert¹ und Wiedemann haben durch ihre neueren Untersuchungen die untere Grenze, bis zu der man mit der Buche auf den geringeren Böden gehen kann, einigermaßen bestimmt. Das Existenzminimum für die Buche, bei dem sie sich wenigstens schon als Unterstand halten kann, fand Albert etwa bei einem Feinerdegehalt (vgl. S. 184) von 20%, bei dem sich im allgemeinen eine Bodenflora von *Hypnum*, *Aira flexuosa* und lockerer Blaubeere einfindet. Bei höherem Gehalt von etwa 30% wird die Buche der Kiefer schon gleichwüchsig, bei 40% entwickeln sich schon Misch-

¹ Albert: Der waldbauliche Wert der Dünenlande. Z. f. Forst- u. Jagdwes. 1925, S. 129.

bestände, in denen das Laubholz vorherrscht oder doch vorherrschen kann. Es sind das dann meist kräuterreiche Süßgras Typen. Wiedemann¹ fand die Grenze der Buchenfähigkeit auf seinen Untersuchungsflächen ähnlich wie Albert etwa bei den mittleren Bonitäten der Kiefer (III. bis III/IV.). Die noch weitergehenden Erwartungen und Verheißungen mancher Dauerwaldvertreter sind wohl übertrieben und müssen durch die unausbleiblichen Enttäuschungen beim Unterbau auf zu geringen Böden der guten Sache mehr schaden als nützen. Auch das sonst prachtvollste Wort Künkeles auf der Versammlung des Deutschen Forstvereins in Frankfurt a. d. O. 1923: „keine Kiefer ohne Buche“ findet im Osten an den leider noch reichlichen Böden IV.—V. Bonität seine natürliche und wirtschaftliche Grenze!

Über die Massen- und Wertleistungen des Kiefern-Buchen-Mischbestandes gehen die Ansichten noch bis zu einem gewissen Grade auseinander². Alle vergleichswisen Feststellungen hierüber sind auch von vornherein durch die große Mannigfaltigkeit der Formen erschwert, in der die Mischung auftritt (Buche unterständig oder zwischenständig; bei Zwischenständigkeit verschiedener Anteil der Buche am Hauptbestand, bei Unterständigkeit verschiedener Schlußgrad der Kiefer im Oberstand u. a. m.).

Runnebaum³, dem wir eine sehr eingehende Untersuchung von vergleichsfähigen Altbeständen mit und ohne Buchenbeimischung verdanken, stellte bei zwei nahe beieinander liegenden Abtrieben folgende Unterschiede fest:

	Gesamtholzanzahl je ha		Reinerlös je fm	
	Kiefer fm	Buche fm	Kiefer M.	Buche M.
Reinbestand	382	—	7,8	—
Mischbestand	408	98	11,2 (!)	6,5

Der Ertrag an Kiefernholz war auf der Mischbestandsfläche also nur wenig höher wie im Reinbestand. Dazu aber trat dann die ganz erhebliche Mehrleistung von fast 100 fm Buche. Sehr auffällig ist auch der Preisunterschied beim Kiefernholz auf den beiden Flächen. Runnebaum führt ihn auf stärkere Kernbildung, gleichmäßigeren Jahrringbau und bessere Glattschaftigkeit der Mischbestandsfläche zurück. Der Kernholzanteil betrug nach seinen Ermittlungen an einer großen Zahl von Abschnitten auf der letzteren 40—49 %, auf der Reinbestandsfläche nur 27—35 %. Ob und wie das als Wirkung der Buchenbeimischung zu erklären ist, läßt Runnebaum vorläufig offen. Andere Untersuchungen über den Zuwachs im Rein- und Mischbestand sind allerdings zu anderen, z. T. sogar entgegengesetzten Ergebnissen gekommen. Sie beziehen sich aber meist auch nur auf die Leistung der Kiefer und berücksichtigen den Buchenanteil nicht.

Es dürfte kaum zu bezweifeln sein, daß die Buche überall die Massenleistung des Mischbestandes im höheren Alter ganz erheblich vergrößert, wenn noch eine angemessene Stammzahl von Kiefern im Hauptbestande erhalten worden ist. Darauf weisen u. a. auch die für Kiefern Böden ganz ungewöhnlichen Massenleistungen hin, die Borgmann⁴ in einigen solcher Bestände in Eberswalde feststellen konnte, z. B. in Jg. 106 b: „Kiefer 115—130jährig mit reichem Buchenzwischen- und -unterstand, einzelne Starkeichen. Kiefer 0,8, Kiefer × Buche 1,0 bestanden. Wüchsig.“ Die Massenermittlung ergab folgendes Bild:

¹ Wiedemann: Die praktischen Erfolge des Kieferndauerwaldes, S. 97 ff. Braunschweig 1925.

² Literatur zu dieser Spezialfrage bei Wiedemann: a. a. O., Literaturverzeichnis Nr. 12, 18, 32, 33, 38 u. 49.

³ Runnebaum: Die Kiefern im Buchenunterwuchse und im reinen Bestande bei gleichen Standortverhältnissen. Z. f. Forst- u. Jagdwes. 1885, S. 156.

⁴ Borgmann: Grundzüge der Geschichte und Wirtschaft der kgl. Oberförsterei Eberswalde. Berlin 1905.

Holzart	Stammzahl	Stamm- grundfläche qm	Mittelhöhe m	Durchmesser in 1,3 m			Derbholz- masse fm
				von cm	bis cm	im Mittel cm	
Kiefer . .	236	33,9	28,5	27,0	61,5	43,0	408,3
Buche . .	462	12,2	23,0	7,0	41,0	18,5	135,4
Eiche . . .	6	0,7	27,5	33,5	45,0	38,0	9,4
Zusammen:	704	46,8	—	—	—	—	553,1

Der laufend jährliche Zuwachs je Hektar betrug auf dieser Fläche und in diesem Alter noch immer: 3,83 fm Kiefer, 2,60 fm Buche und 0,08 fm Eiche, zusammen 6,51 fm! In Jagen 107a betrug die Derbholzmasse im Durchschnitt je Hektar 450 fm Kiefer und 130 fm Buche, auf einer kleinen Höchstleistungsfläche sogar 690 fm Kiefern und 120 fm Buchen, also die für norddeutsche Verhältnisse geradezu unglaublich hohe Gesamtzahl von 810 fm je Hektar!

Hier scheint tatsächlich auf besseren Kiefernböden in der geschickten und richtigen Beimischung der Buche die Möglichkeit gegeben, die Massen fast auf das Doppelte reiner Kiefernbestände zu steigern. Diese Möglichkeit liegt vor allem darin begründet, daß die unterständige Buche in dem Maße, in dem der ältere Kiefernbestand natürlich verlichtet und lückig wird, sich in diese Lücken hineinschiebt und den Ausfall der Holzerzeugung sofort und noch lange nachhaltig auszufüllen imstande ist, zumal die Buche eben fast immer 40—50 Jahre jünger ist.

Nicht so günstig ist dagegen eine starke gleichaltrige Beimischung der Buche in den Kiefernbestand. Eine solche mag da angezeigt sein, wo die Buche den Hauptanteil des Bestandes innehat und behalten soll¹. Wo aber der Nachdruck der Wirtschaft auf der Kiefer ruht und ruhen soll, ist die spätere Einbringung der Buche durch Unterbau die zweckmäßigste und zugleich auch die einfachste und sicherste Maßregel zur Erzielung solcher idealen Altbestände, wie sie sich in den obigen Beispielen darstellen. Man kann und soll vielleicht noch etwas früher anfangen, als dies gewöhnlich geschieht. Ich konnte z. B. in Chorin die gute Buchenvollmast von 1926 dazu benutzen, versuchsweise damit schon in einigen 20—25 jährigen jungen Stangenhölzern zu beginnen. Ob die Buche aber in diesen noch dichten und dunklen Beständen sich halten wird, ohne daß man ihr zuliebe zu unnötig starken Durchforstungen greift, die ich im Interesse des Wirtschaftszieles nicht für richtig halten würde, bleibt noch abzuwarten.

Die gleichaltrige Begründung eines Kiefern-Buchen-Mischbestandes ist eine der schwierigsten und noch ungelösten Fragen dieser Mischbestandsform. Wird die Buche, wie es das Natürliche ist, als Schattholz vorverjüngt und wegen der Frostgefahr mindestens 5—6 Jahre unter lichtem Schirm gehalten, so ist bei gleichmäßig dichter Verjüngung überhaupt kein Platz mehr für die Einbringung der Kiefer da. Ist die Verjüngung, wie es deshalb wünschenswerter ist, mehr gruppen- und horstweise eingeleitet, so sind die Zwischenstellen, besonders an den sonnseitigen Rändern, schon stark vergrast und verunkrautet. Natürliche Verjüngung der Kiefer versagt fast immer, und auch die künstliche ist dann schwierig und braucht kostspielige Pflege durch mehrjähriges Behacken, Spritzen gegen Schütte usw. Der umgekehrte Gang, zunächst im Kleinkahl-schlag künstlich auf Kiefer zu verjüngen, einen Überhalt von Buchen zu belassen

¹ So in der von Schwappach geleiteten Wirtschaft in der Herrschaft Görlsdorf in der Uckermark. Vgl. darüber Bertog: Aus der nordostdeutschen Kiefern-Buchen-Wirtschaft. Neudamm 1927.

und unter diesen durch Einhacken der Mast die Buche nachzuverjüngen, wie es in den Eberswalder Lehrforsten unter Leitung von Möller versucht wurde, hat zum vollständigen Ausfall der Buche geführt. Die Buchenüberhälter wurden rindenbrandig und zopftrocken, und die Buchmast ging trotz Einhackens auf den vergrasten Plätzen unter den Überhältern nicht auf.

Ich selbst habe nur einmal in der Oberförsterei Wildeck auf Buntsandstein gut gelungene gleichaltrige Kiefern-Buchen-Mischverjüngungen gesehen. Hier war im dunklen Schirm auf Buche gruppen- und horstweise vorverjüngt, nach 3 Jahren wurde im schmalen Kahlschlag das Altholz bis auf einige Kiefernüberhälter abgeräumt und alle Stöcke wurden gerodet. Darauf erfolgte Kiefernnaturverjüngung von den Überhältern und der Seite her, die besonders auf den vielen Stocklöchern reichlich ankam. Einige gelungene Dickungen zeigten die Möglichkeit dieser Art der Durchführung. Auf einigen jüngeren Streifen hatte sich aber auch schon so starke Vergrasung vor der gerade beginnenden Kiefernverjüngung eingestellt, daß ein Gelingen dort kaum noch zu erhoffen war. Auch dürfte die frühzeitige Freistellung des Buchenjungwuchses nur in besonders günstigen frostfreien Lagen oder Jahren möglich sein.

Die nachträgliche Einbringung der Buche durch Unterbau gelingt dagegen fast immer leicht und gleichmäßig gut. In Mastjahren, wo viel Saatgut zur Verfügung steht, kann man Saat in Pflugstreifen oder Einhacken über die ganze Fläche (sog. Einstufen) anwenden. Das häufigste ist aber wohl weitständige Pflanzung in Plätzen. Bei starkem Wildstand ist freilich Eingatterung notwendig, namentlich dort, wo die Buche an sich selten ist und daher besonders gern angenommen wird.

In der Jugend ist die Kiefer bei gleichaltriger Mischung stark vorwüchsig und entwickelt sich leicht protzig und sperrig. Eine stark astreinigende Wirkung kann die Beimischung der Buche hier erst im Baumholzalder entwickeln, wenn sie die Kiefer eingeholt hat. In der ungleichaltrigen Mischung (Unterbau der Buche) muß die Kiefer sich zunächst gegenseitig reinigen. Daher darf auch der Schluß nicht vorzeitig unterbrochen werden. Die Bestandeseziehung nach Stamm- und Kronenformen und die Ausbildung und Erhaltung eines vertikalen oder doch stufigen Schlusses bilden in der ganzen Zeit bis zur Hiebsreife und Verjüngung dauernd eine wichtige, aber auch dankenswerte Aufgabe.

Die weitere Vergrößerung des Kiefern- \times Buchenmischbestandes, die restlose Erfassung aller nur möglichen Standorte und die beste und zweckmäßigste Ausformung dieser Mischbestände bilden noch ein weites und zukunftsreiches Arbeitsfeld für die nordostdeutsche Wirtschaft. Hier ist der beste Tummelplatz für den Drang nach Verbesserung der Bodenpflege und Erhöhung der Ertragsleistung in der Kiefernwirtschaft. *Hic Rhodus, hic salta!*

2. Eiche \times Buche. Auch hier kommen die mannigfachsten Formen vor. Wo die Eiche den Hauptbestand bildet, findet sich die Buche meist jünger und mehr oder minder unterständig. Die Entstehung führt dann ähnlich wie beim ungleichaltrigen Kiefern \times Buchenbestand auf natürlichen oder künstlichen Unterbau im Stangenholzalder der Eiche zurück. Es kommen aber noch stärker ungleichaltrige Formen vor, bei denen die Eiche doppelt so alt wie die zwischen- und unterständige Buche ist, und wo die Eiche aus Überhalt (auch horstweise) bei der Buchenverjüngung hervorgegangen ist (so z. B. im Spessart, Abb. 148). Endlich findet sich als dritter Fall auch Gleichaltrigkeit beider Arten aus gleichzeitiger Mischverjüngung. Besonders verbreitet ist hierbei diejenige Form, bei der die Buche den Hauptbestand bildet,

und die Eiche in diesen, seltener natürlich, häufiger künstlich und meist mit einem kleinen Altersvorsprung von 5—10 Jahren eingebracht ist.

Im allgemeinen wird die Eichen- × Buchenmischung auf allen guten Laubholzböden anzustreben sein mit Ausnahme ausgesprochener Kalkböden, wo andere Mischhölzer für die Buche in Betracht kommen. Eine untere Grenze für die Beimischung der Buche gibt es hier nicht. Wo die Eiche wächst, wächst auch die Buche noch. Das gilt wohl auch umgekehrt, wenn auch nicht so völlig. Auf den geringsten Buchenstandorten kommt die Eiche schlecht mit der Buche

mit, und ist die Mischung daher nur unter gewissen Bedingungen und Formen wirtschaftlich durchführbar.

Die Buche bildet auch hier in der Hauptsache das Schutz- und Füllholz für die Eiche, die Eiche umgekehrt für den Buchenbestand das werterhöhende Nutzholz. Dieses gegenseitige Verhältnis tritt hier aber besonders scharf in Erscheinung, weil der Holzwert der beiden Arten so weit auseinanderliegt. Eine besondere Schwierigkeit der Mischung liegt in der sehr verschiedenen Hiebsreife der beiden Arten (Eiche nicht unter 160—200 Jahre, Buche etwa 100 bis 120 Jahre). Eine weitere Schwierigkeit bildet die Gefahr des Überwachsenwerdens der Eiche durch die Buche von Anfang, besonders aber vom späteren Stangenholzalter an. Das Verhältnis des Höhenwachstums der bei-



Abb. 148. Etwa 200jährige Spessarteichen mit etwa 100jährigen unter- und zwischenstehenden Buchen. Feddesche Lichtbildersammlung.

den Arten im Mischbestand ist für die Eiche geradezu entscheidend und hat daher in der Praxis wie in der Wissenschaft die lebhafteste Beachtung gefunden. Die Beobachtungen und Ermittlungen stimmen aber nicht alle überein. Schwappach¹ fand, daß die Eiche bis zum 30.—40. Jahre mitwüchsig war, während später die Buche vorwüchsig wurde. Andere wollen eine dauernde Mitwüchsigkeit oder geringe Vorwüchsigkeit der Eiche festgestellt haben, wieder andere eine Vorwüchsigkeit der Buche von Anfang an. Soweit diese Feststellungen an sich richtig sind, werden sie durch verschiedene klimatische Lage und Verschiedenheit des Bodens zu erklären sein. Fast alle Beobachter stimmen darin überein, daß warme Lagen, z. B. die unteren Berglagen, sonnseitige Hänge usw., das Wachstum der Eiche vor der Buche begünstigen, während sie umgekehrt in kalten Lagen durch diese unterdrückt wird. Spätfröste, die im allgemeinen mehr die Buche schädigen, und Wildverbiß, der vorzugsweise die Eiche trifft, können ebenfalls das gegenseitige Verhältnis in der Jugend leicht verschieben. Im allgemeinen muß die Eiche wegen ihrer großen Lichtbedürftigkeit aber immer

¹ Schwappach: Zur Entwicklung der Mischbestände von Eiche und Buche. Z. f. Forst- u. Jagdwes. 1916, S. 615. — Ferner Schuberg: Der Wuchs und die Behandlung der Eiche im Mischbestand. Forstwiss. Zbl. 1891, S. 203. — Bertog: Verhalten der Eiche und anderer Laubhölzer in Buchenbeständen. Z. f. Forst- u. Jagdwes. 1900, S. 187.

die größere Sorgfalt und Pflege genießen. Sie wird daher auch bei der gleichaltrigen Form der Mischung meistens vorausverjüngt, und die Buche kommt erst 5—10 Jahre später. Diese Reihenfolge ist aber nicht die natürliche. Sie schafft auch für die nachfolgende Buche oft ungünstige Verhältnisse (Frostgefahr und Vergrasung infolge bereits zu lichter Stellung des Schirmbestandes). Man hat deshalb neuerdings eine flächenweise Trennung bei der Verjüngung vorgezogen (horstweiser Vorausbau der Eiche im Buchenbestand). Andere haben aber doch auch mit der einzeln oder in vielen kleinen Gruppen erfolgten Einmischung Erfolge erzielt¹. In vielen Fällen ist man infolge der Schwierigkeiten der Mischverjüngung mehr und mehr zum flächenweisen Anbau der Eiche übergegangen und hat die Bestandesmischung einem späteren Unterbau mit der Buche vorbehalten.

Sehr eingehend sind diese Verhältnisse neuerdings von Vanselow in dessen historisch-kritischer Untersuchung über „die Waldbautechnik im Spessart“² dargestellt worden. Vanselow weist hier darauf hin, daß diese letzte leichteste und sicherste Methode zwar ihre Durchführbarkeit und ihre Erfolge in vielen der berühmten „Alt- und Jungheisterbestände“ des Spessart³ bewiesen, andererseits aber doch auch gewisse Nachteile gezeigt habe, die sich in einer schlechteren Boden- und Bestandsverfassung und in einer vorübergehenden „Periode des Kümmerns und der Wuchsstockung“ gezeigt hätten, die „nach bisheriger Erfahrung alle Eichenreinbestände im Spessart vor Abschluß des Hauptlängenwachstums durchzumachen hatten“. Vanselow glaubt, daß die ganze Frage der Erziehung von reinen Eichen mit späterem Buchenunterbau oder der gleichzeitigen Mischung beider Arten von Jugend an zwar heute noch als ungelöst bezeichnet werden muß, daß die Zukunft aber vielleicht doch wieder mehr zu der letzteren Form gelangen könne, wenn es einer intensiveren Wirtschaft gelingt, durch Eingatterung und sicheren Schutz vor Wildverbiß und durch rechtzeitigen Aushieb aller vorwüchsigen Buchen der Eiche schon von früher Jugend an stets den nötigen Schutz angedeihen zu lassen. Dies mag an sich durchaus richtig sein. Die andere Schwierigkeit, die in der ungleichzeitigen Hiebsreife beider Holzarten liegt, wird allerdings hierdurch nicht behoben. Man wird wohl in Zukunft bei rechtzeitiger kräftiger Durchforstung und späterem Übergang zum Lichtungsbetrieb kaum noch zu so hohen Abtriebsaltern für die Eiche kommen, wie bei den alten überkommenen Beständen im Spessart (300 Jahre u. m.!). Wenn es gelingt, auch schon mit 180—200 Jahren genügend starke Furnierhölzer zu ziehen, dann würde man mit einer kleinen Erhöhung des Abtriebsalters der mit 40—50 Jahren unterbauten Buche vielleicht doch zu einer einheitlichen Nutzung beider Arten kommen können und den allseitig als höchst gefährlich oder doch zweifelhaft erkannten Überhalt der Eichen bei früherer Abnutzung der Buche vermeiden können. Es ist auch wohl noch nicht ganz klargestellt, ob die Mängel der Bodenverfassung und die Wuchsstockungsperiode in den Heisterbeständen nicht in erster Linie auf den viel zu späten Unterbau und mangelhafte Durchforstungen im Stangenholzalter zurückzuführen sein dürften, und ob nicht bei intensiverer Wirtschaft diese Nachteile ganz vermieden werden könnten.

Die ganze Frage ist zweifellos heute nicht spruchreif und noch in der Entwicklung begriffen. Jedenfalls ist aber der Eichen- × Buchenmischbestand heute ebenso das Ideal der Laubholzwirtschaft auf allen eichenfähigen Standorten wie der Kiefern × Buchenmischbestand auf den buchenfähigen Kiefernböden. Auch hier ist noch manches zu tun und nachzuholen. Weniger gilt das wohl von den vorwiegenden Eichenbeständen, die man schon größtenteils mit Buchen ausgestattet hat, als von den vorwiegenden oder den reinen Buchenbeständen, in denen man heute noch vielfach nur auf Buche verjüngt,

¹ Vgl. Reg.- u. Forstrat Müller: Forstl. Mitt. aus d. Solling. — 2. Die Eiche als Mischholz der Buche. Z. f. Forst- u. Jagdwes. 1919, S. 301.

² Berlin: Julius Springer 1926.

³ Mit der Bezeichnung „Heisterbestände“ wird im Spessart ein anderer Begriff verbunden wie sonst. Es handelt sich nicht um Bestände, die nur aus „Heisterpflanzung“, d. h. jungen, etwa mannshohen Eichen, hervorgegangen sind, sondern man bezeichnete damit in dortiger Gegend seit alter Zeit überhaupt die stärkeren Bäume, die beim Abtrieb belassen und zum Einwachsen bestimmt wurden im Gegensatz zu den „Hegereisern“ aus zwischenständigem, schwächerem Holz, das noch nicht haubar war. Nach unseren heutigen Begriffen würden die letzteren viel eher den Namen Heister verdienen.

ohne rechtzeitig, d. h. hier vorzeitig, der Eiche einen genügenden Anteil zu sichern, den sie nach allen geschichtlichen Überlieferungen früher in viel größerem Umfang gehabt hat, und den man ihr bei dem Wert ihres Holzes unbedingt zurückgewinnen sollte!

3. Kiefer × Fichte. Diese Mischbestandsform ist in der Hauptsache im östlichsten Deutschland, besonders Ostpreußen und Oberschlesien, verbreitet. (In letzterem tritt in untergeordnetem Maße auch meist noch die Tanne

hinzu.) In kleineren Waldteilen findet sich die Kiefer mit der Fichte aber auch noch in Mittel- und Süddeutschland.

Auch diese Mischung findet sich nach den Untersuchungen von Schwappach¹ und Schilling² in den verschiedensten Typen: von der Form des fast reinen Kiefernbestandes, in dem die Fichte nur als Unterstand auftritt, bis zu der anderen, wo sie neben dieser in den Hauptbestand mit einrückt und unter Umständen die Kiefer sogar stark zurückdrängt.

Entscheidend für die Ausbildung der einen oder anderen Form sind hier vielfach Besonderheiten der Bestandsgeschichte (Windwurf oder Nonnenfraß, der die Fichte im Hauptbestand zeitweilig vernichtet hat, und spätere Wiedereinwanderung als Unterstand). In der Hauptsache aber bestimmt die Bodengüte das Auftreten der ver-



Abb. 149. 85 jähriger Kiefern-Fichten-Mischbestand im Tharandter Wald (Kiefer I., Fichte II. Bonität). Kiefer ca. 300 fm, Fichte ca. 150 fm Derbholz. Aus Borgmann: Waldbilder aus Sachsen.

schiedenen Typen. Der Anteil der Fichte wächst im allgemeinen mit der Frische und dem Lehmgehalt des Bodens. Auf den geringeren Böden bleibt sie meist auch bei gleichem Alter unterständig, auf den besten wächst sie auch bei etwas späterem Eindringen noch in den Hauptbestand ein (vgl. Abb. 149).

Die Fichte bildet als Schattholz zwar auch in dieser Mischung das Schutz- und Füllholz für die Kiefer, aber sie steht dieser an Holzwert nicht viel nach und ist vielleicht in Anbetracht der hochwertigen Vorerträge ebensowohl und manchmal noch mehr Nutzholz wie jene.

¹ Schwappach: Untersuchungen in Mischbeständen. Z. f. Forst- u. Jagdwes. 1909, S. 313.

² Schilling: Ostpreußische Kiefern-Fichten-Mischbestände, ebenda 1925, S. 257.

Auf den besten Typen sind beide Holzarten von Jugend auf ziemlich gleichwüchsig, auf den mittleren und geringeren ist und bleibt die Kiefer vorwüchsig. Wenn auch, wie Schilling sagt, zeitweilig ein Nachschieben der Fichte stattfindet, so wird vom 60. Jahre ab ein gewisses Gleichbleiben des Abstandes der beiderseitigen Höhen erreicht.

Bezüglich der Massenleistung hat die mustergültige Auswertung der eingehenden Untersuchungen von Schilling gezeigt, daß eine tatsächliche Überlegenheit der Mischbestände nur gegenüber dem Kiefernreinbestand, und hier auch nur auf den besten Typen und erst im späteren Alter, etwa vom 60. Jahre ab, festzustellen war. Aber schon bei einer Vergleichung mit zwei reinen Beständen beider Holzarten mit entsprechenden Teilflächen je Hektar war eine durchschlagende Überlegenheit nicht mehr festzustellen. Hinter den Leistungen eines reinen Fichtenbestandes bleiben die Mischbestände selbstverständlich zurück. Dagegen erwies sich der laufend jährliche Zuwachs der Gesamtmasse bei beiden Holzarten im höheren Alter, etwa vom 60.—80. Jahre ab, meist etwas größer als der normale in der Ertragstafel.

Nicht hierin aber kann der Wert dieser Mischbestandsform gesucht werden, da dies alles doch zu unbeträchtlich und unsicher ist, sondern vielmehr in der Tatsache, daß die Beimischung der Fichte den Kiefernbestand bis in sehr hohes Alter voll zu erhalten vermag. Die Mischung muß daher auch als bodenpfleglich bezeichnet werden, insofern sie einerseits die Verunkrautung des reinen Kiefernbestandes, andererseits die Rohhumusbildung des reinen Fichtenbestandes zu mindern vermag. Sie ist auch vom Standpunkt des Forstschutzes vorteilhaft, weil sie die Sturmgefahr reiner Fichtenbestände vermeidet und bei den Insektenkalamitäten gewöhnlich nur eine der beiden Holzarten gefährdet ist. Dies gilt selbst für die Nonne, die zwar beide befällt, aber im allgemeinen nur für die Fichte tödlich wird.

Im allgemeinen ist die Mischung aber nur in den oben angegebenen natürlichen Verbreitungsgebieten und dort auch nur auf den besseren und frischeren Standorten wirtschaftlich vorteilhaft und möglich, vielleicht auch noch in Küstengebieten der Ostsee, wo die Fichte z. T. noch recht leidlich wächst. Die Versuche, ähnliche Mischbestände durch Kiefern-Fichtenmischsaaten auch in den binnenwärts gelegenen Gebieten der Mark zu begründen, sind meist völlig gescheitert. Die Fichte ist hier schon im Jugendstadium auf den Kahlflächen vertrocknet, und was sich bis ins Stangenholzalter von ihr durchgehalten hat, fristet heute, abgesehen von Ausnahmen in feuchten Mulden und an Bruchrändern, nur noch ein kümmerliches Dasein als zuwachsloser Unterstand.

4. Eiche × Fichte. Diese Mischungsform findet sich von Natur öfter auf den feuchten Lehmböden in Ostpreußen, wo sie auch durchaus am Platze ist und Gutes leistet. Im übrigen Deutschland ist sie aus früheren Zeiten her noch in der Form des künstlichen Unterbaus der Fichte in älteren Eichenbeständen vorhanden, hat sich aber hier wenig bewährt. Die Fichte trocknet den Boden meist zu sehr aus, vielleicht schadet auch die Rohhumusbildung. Jedenfalls hat sich sehr häufig ein Rückgang der Eiche gezeigt, der bis zu starker Zopftrocknis, ja zum vollständigen Eingehen geführt hat. Diese Art der Mischung ist daher heute fast allgemein verlassen worden.

5. Eiche (Stieleiche) × Edelhölzer (Esche, Ahorn, Rüster), eine vorzüglich in den Auwäldern auftretende Mischform, bei der meist die Eiche, hier und da auch die Esche den Hauptbestand bildet, der Ahorn meist eingesprengt vorkommt und die Feld- oder Rotrüster (*U. campestris*) mehr die Rolle des Schutz- und Füllholzes übernimmt. Alle Holzarten sind wertvoll, daher auch ihre Mischung. Im allgemeinen wird die Stieleiche, und wo auf die Esche gewirtschaftet wird, auch

diese künstlich begründet, die Rüster findet sich meist durch Wurzelbrut aus dem Vorbestand natürlich ein. Die Bestandsbegründung hat auf diesen Böden meist mit dem außerordentlich üppigen Gras- und Krautwuchs zu kämpfen. Man hat daher früher hier sehr viel die landwirtschaftliche Vor- und Zwischenkultur (vorübergehenden Kartoffelbau) angewendet, der aber heute fast überall nicht mehr durchzuführen und verlassen ist, zumal er auch die Verbreitung des Füll- und Unterholzes hindert. Mehr und mehr ist man von der Eichelsaat zur Pflanzung kräftiger Lohden übergegangen, ebenso bei der Esche. Die Mischung wird meist gruppen- und horstweise durchgeführt, wobei auch Ahorn, in feuchteren Lagen raschwüchsige Pappeln, in Süddeutschland auch andere wertvolle Ausländer, wie *Carya*-Arten und Juglans, berücksichtigt werden. Die älteren Bestände tragen noch vielfach den Charakter der ehemaligen Mittelwaldwirtschaft (Kap. 19), die sich hier besonders lange gehalten hat. Die Waldbilder und ihre Behandlung sind danach äußerst verschieden.

Eine Anzahl von anderen Mischungen, die hier nicht besonders behandelt werden, kommen verhältnismäßig nur selten vor, wenn sie auch am einzelnen Ort manchmal recht wertvoll und bedeutungsvoll sein können, z. B. Lärche mit Fichte, Lärche mit Buche, Buche mit Esche und Ahorn auf Kalkböden, Erle mit Esche auf Lehmböden u. a. m. Ihre waldbauliche Wertung und Behandlung ergibt sich im übrigen aus dem eingehend dargestellten Verhalten ähnlicher wichtigerer Mischungen als so selbstverständlich, daß hier nicht weiter darauf eingegangen zu werden braucht.

D. Allgemeine Regeln für Mischbestände.

Es ist in den Lehrbüchern üblich, allgemeine Regeln für die Bewertung und Behandlung der Mischbestände aufzustellen. Das hat auch zweifellos einen gewissen didaktischen Wert. Wenn ich aus diesem Grunde einige solche hier ebenfalls anfüge, so geschieht das mit dem ausdrücklichen Hinweis, daß es eben nur Regeln sind, die für den Durchschnitt der Fälle zutreffen, daß es aber je nach Standort und Verhältnissen recht oft Ausnahmen gibt, die ja bekanntermaßen die Regel bestätigen. Sie sind also richtiger nur als allgemeine Richtlinien aufzufassen, die bei der Mischbestandsanlage zu beachten sind. Ich folge hierbei z. T. der Formulierung, wie sie Danckelmann in seiner sehr klaren Weise in seinen Vorlesungen gegeben hat, die ich als einer seiner Schüler noch hören durfte. Manches davon ist entsprechend unseren neueren Erfahrungen abgeändert und einiges Neue hinzugefügt:

1. Die Standortsansprüche der zu mischenden Holzarten sollen stets einigermaßen gleich sein, wenn die Mischung Erfolg haben und sich leicht erhalten soll.

2. Auch Lebensalter und Hiebsreife müssen annähernd zusammenstimmen. Andernfalls ist für die kurzlebige oder früher hiebsreife Art nur Einzelmischung und geringe Beimischung mit Rücksicht auf die sonst entstehenden Lücken im Bestande gestattet.

3. Bei gleichartigen Lichtansprüchen muß die langsamwüchsige Art einen Altersvorsprung oder dauernde Pflege mit der Axt haben.

4. Jede Mischung soll so zusammengestellt werden, daß sie bodenpfleglich wirkt.

5. Am wertvollsten sind im allgemeinen Mischungen von Licht- mit Schattenhölzern, bei denen die ersteren zugleich Werthölzer sind.

6. Am idealsten ist an sich die Einzelmischung, aber sie ist auch am schwierigsten zu erziehen und zu behandeln.

Gruppenmischung in der Jugend ist leichter. Sie erspart teure Pflegemaßregeln, da die Holzarten sich am besten in sich selbst reinigen, und führt im Alter doch zur Einzelmischung hin.

7. Man kann nicht nur durch Verjüngung Mischbestände erziehen, sondern solche auch mit der Axt herausarbeiten, indem man bei der Bestandserziehung einzeln eingesprengte Arten dauernd freihaut und ihnen so allmählich mehr und mehr Anteil am Bestande verschafft.

Zweiter Abschnitt. Die Bestandesbegründung oder Verjüngung.

Vorbemerkungen. Wer ernten will, der muß auch säen. Wer Holz hauen will, muß auch verjüngen. Eine mit der Holzernte gleichmäßig Schritt haltende Verjüngung ist die selbstverständliche Voraussetzung für plan- und ordnungsmäßige Wirtschaft im Walde. Die Sorge für die Verjüngung ist daher eine dauernde und ernste Pflicht jedes Wirtschafters. Daß man darüber nicht in den gegenteiligen Fehler verfallen darf, den Holzvorrat, der noch gut arbeitet, unnötig zu schmälern, und nur um zu verjüngen, noch hiebsunreife Bestände zu schlagen, ist ebenso richtig wie selbstverständlich.

Es ist zuzugeben, daß hiergegen in der forstlichen Praxis manchmal verstoßen wird, namentlich da, wo eine überraschend unter jüngerem Mutterbestand angekommene Naturverjüngung den Wirtschaftler verlockt, ihr nachzugehen und sie durch Lichtung im Altbestand zu erhalten. Das führt dann zwangsläufig zu immer neuen und schärferen Eingriffen und schließlich zur vorzeitigen Räumung des unreifen Mutterbestandes. Für solche und ähnliche Fälle paßt das in neuester Zeit geprägte Schlagwort „Verjüngungswirtschaft“, der man die „Vorrats- oder Zuwachswirtschaft“ gegenübergestellt hat, die zunächst die Ausnutzung des Vorrates in den Vordergrund stellt und die Sorge um die Verjüngung dahinter zurücktreten läßt.

Wie weit man sich aber auch hierbei von der goldenen Mittelstraße entfernen kann, zeigen die übertriebenen Äußerungen der neuesten Literatur.

So sagte z. B. Möller¹: „Der Dauerwald (Näheres bei Kap. 20 Nr. 6) kennt überhaupt den Begriff der Verjüngung nicht.“ In ihm soll es statt dessen nur „Ergänzung“ geben. Möller findet unsere Verjüngungen meist viel zu reich an Einzelpflanzen und will ihnen nicht besondere Flächen im Walde eingeräumt wissen, weil diese zur Zeit keine Werterzeugung hätten. Sein Standpunkt deckt sich hierin mit dem von Eberbach², der sich noch schärfer ausdrückt, wenn er schreibt: „Der Vorrat einzig und allein ist unsere Maschine, mit der wir die Kräfte der Natur zwingen können, uns Holz zu liefern, und je größer, je wertvoller und zuwachskräftiger er ist, desto bedeutender werden die Erfolge der Wirtschaft in der nächsten Zeit sein. Kulturen und Jungwüchse nützen uns jetzt nichts!“ Zweifellos haben auch diese beiden Männer die grundsätzliche Forderung einer mit der Nutzung Schritt haltenden Verjüngung (bzw. Ergänzung) wohl nicht ableugnen wollen, aber die scharfe und übertriebene Fassung, mit der sie einseitig die Vorratsbedeutung unterstreichen, läßt doch allzusehr die Bedeutung der Verjüngung zurücktreten. Lüderßen³ hat dagegen das sehr richtige Wort geprägt: „Nachwuchs ist auch Vorrat.“ Er ist eben Vorrat der Zukunft und als solcher durchaus nicht, auch nicht einmal „zur Zeit“, wertlos!

Eine vernünftige Wirtschaft wird eben die richtige Mittellinie suchen und finden müssen, auf der bei der Vorrats- und Zuwachspflege auch immer eine rechtzeitige und ausreichende Verjüngung gesichert ist, bei der Verjüngung aber ebenso eine möglichst weitgehende Ausnutzung von Vorrat und Zuwachs. Nicht eins ohne

¹ Möller: Der Dauerwaldgedanke, sein Sinn und seine Bedeutung.

² Eberbach: Dauerwaldwirtschaft. Z. f. Forst- u. Jagdwes. 1920, Oktoberheft.

³ Lüderßen: Hände weg vom Kieferndauerwald? Silva 1925, S. 123.

das andere, sondern Verjüngungs- und Vorratswirtschaft in richtigem und engem Verein!

Die Arten der Bestandsbegründung. Von Verjüngung spricht man im allgemeinen nur auf altem Waldboden; wo dagegen auf Nichtwaldboden ein Bestand neu begründet wird, von Aufforstung.

Die Verjüngung ist natürlich, wenn der Jungwuchs durch Besamung der Natur von einem Mutterbestand oder durch Ausschlag an Teilen des Vorbestandes (Stock, Stamm und Ästen oder Wurzeln) erfolgt.

Bei der letzteren Form, der sog. Ausschlagverjüngung, findet eigentlich keine Erzeugung neuer und junger Individuen statt, sondern nur eine Bildung neuer Sprosse an alten. Es ist daher nicht ganz richtig, hier von Verjüngung zu sprechen, ist aber von alters her üblich.

Wir nennen die Verjüngung künstlich, wenn sie vom Menschen durch Ausstreuen von Samen (Saat) oder Aussetzen von Pflanzen (Pflanzung) begründet wird. Die künstliche Verjüngung erfolgt meist auf freier Fläche (Kahlschlag), und wenn man von künstlicher Verjüngung schlechtweg spricht, so denkt man meist nur an diese Form, doch kann sie auch unter einem Schirmbestand erfolgen.

Tatsächlich wird hiervon in der Praxis nicht selten Gebrauch gemacht. So besonders bei Holzartenwechsel (Umwandlungsbestände) oder wenn eine frostgefährdete Holzart nachgezogen werden soll (z. B. Eichensaat unter Birkenschirm oder Buchenpflanzung unter Schwarzkiefern- oder Weißelenschirm auf früherem Kalköderland).

Das Entscheidende für den Begriff der künstlichen Verjüngung ist also nicht die kahle Fläche, auf der sie meist ausgeführt wird, sondern der Umstand, daß Samen oder Pflanzen durch die menschliche Hand auf die Verjüngungsfläche gebracht werden. So rechnet man denn zur künstlichen Verjüngung auch die Fälle, in denen ursprünglich natürlich im Walde entstandene Pflanzen wieder ausgehoben und dann auf die zur Verjüngung bestimmte Fläche gesetzt werden (sog. Wildlingspflanzung), andererseits zur natürlichen auch die Fälle, wo der Samen durch Tiere verschleppt ist und sich zu Jungwüchsen entwickelt. So besonders häufig z. B. Eicheln, auch Bucheln durch den Eichelhäher (sog. Hähersaat). Man sieht, wie nahe sich in solchen Fällen die beiden Begriffe der natürlichen und künstlichen Verjüngung rücken können.

Die Dauerwaldbewegung hat den Grundsatz aufgestellt, daß auch die künstliche Verjüngung ganz allgemein unter Schirm erfolgen soll, um den Altholzvorrat möglichst lange zu erhalten und seinen Zuwachs noch auszunützen (vgl. oben den Gegensatz von Vorrats- und Verjüngungswirtschaft). Sie übersieht oder verschweigt dabei aber, daß dieser Zuwachs an alten Beständen in seiner Größe oft unsicher und gering ist, und daß das mit großen Kosten gewonnene Saatgut oder das mit noch größeren Kosten erzeugte Pflanzmaterial durch diese Einbringung unter Schirm immer mehr oder minder schweren Schädigungen ausgesetzt wird (Näheres darüber bei Naturverjüngung unter Schirm). Es wäre erst einmal genau festzustellen und abzuwägen, inwieweit sich Vorteile und Nachteile hier ausgleichen. Das wird von Fall zu Fall je nach dem Alter und der Wuchskraft des Schirmbestandes, nach dem Boden und nach der nachzuziehenden Holzart (Licht- oder Schattholz) verschieden sein. Deshalb ist eine grundsätzliche Stellungnahme überhaupt falsch. In zweifelhaften Einzelfällen wird man aber richtiger die Sorge um die Verjüngung in den Vordergrund zu stellen haben, damit einem nicht vor der Taube auf dem Dache der Spatz aus der Hand davonfliegt!

Die Frage der Verjüngungsart. In manchen Fällen ist die Verjüngungsart keine Frage. Wo man noch von alter Zeit her den Ausschlagwald (Nieder- und Mittelwaldbetrieb) hat und nicht aufgeben will, da wird sich dieser nach jedem Hieb ohne weiteres wieder durch Ausschlag natürlich erneuern. Bei ersten Aufforstungen von Acker oder Ödland kann man nur künstlich verjüngen. Aber auch auf altem Waldboden gibt es solche Fälle: Wenn ein Holzartenwechsel stattfinden

soll, wenn infolge von Kalamitäten (Schneebruch, Insektenfraß u. dgl.) noch nicht mannbare Bestände verjüngt werden müssen, oder wenn es in den Beständen an Samen mangelt, wenn schwer rauchgeschädigte Waldteile vorliegen oder aus allgemein wirtschaftlichen Gründen ein sofortiger Abtrieb eines Bestandes notwendig erscheint — in allen diesen und ähnlichen Fällen wird man stets nur die künstliche Verjüngung anwenden können.

In anderen aber hat man zunächst die Wahl — und damit auch die Qual! Denn die Frage, ob natürliche oder künstliche Verjüngung das Bessere sei, ist schon, solange es eine intensive Forstwirtschaft gibt, ist schon seit mehr denn einem Jahrhundert bei uns umstritten und bald so, bald so beantwortet worden.

Eine volle Würdigung des Für und Wider in allen Einzelheiten kann erst erfolgen, wenn wir den Gang und die Art und Weise der beiden Verjüngungsarten, ihre Bedingungen und Folgen kennengelernt haben werden.

7. Kapitel. Die Bodenvorbereitung bzw. Bodenbearbeitung für die Verjüngung.

Vorbedingung für jede Art der Verjüngung ist immer ein geeigneter Zustand des Bodens, ganz besonders der Bodenoberfläche und der obersten für die Durchwurzelung in Betracht kommenden Schichten.

Der günstigste Zustand, das Optimum, ist hierbei jedenfalls ein völlig unkrautfreier, nackter Boden, mäßig lockere obere Schichten und kein Mangel an Nährstoffen und Feuchtigkeit. Solche besten Bedingungen sind aber im großen im Walde niemals oder doch nur mit großen Kosten herzustellen. Wir geben sie unseren Saat- und Pflanzgärten, in denen daher auch die Saaten fast nie mißlingen und die Pflanzungen das üppigste Wachstum zeigen. Die im großen zu schaffenden Vorbedingungen werden sich wegen des Aufwandes an Geld und Arbeitskräften von diesem Optimum mehr oder weniger entfernen müssen. Im Betriebe der forstlichen Praxis sind von je bis auf den heutigen Tag, ganz im Gegensatz zu Gärtnerei und Landwirtschaft, die verschiedensten Grade und Arten der Bodenbearbeitung für die Verjüngung in Gebrauch. Da die Methoden für natürliche wie künstliche Verjüngung trotz mancher Verschiedenheit doch viel Gemeinsames und Übertragbares haben, so sollen sie hier auch zusammenfassend behandelt werden.

Alle Maßregeln, die dabei ausgeführt werden, lassen sich im allgemeinen auf drei grundlegende Gesichtspunkte zurückführen: Es wird angestrebt 1. die Beseitigung einer ungünstigen Bodendecke, 2. die Lockerung und 3. eine Durchmischung der obersten Bodenschichten. Es wird aber durchaus nicht immer alles zusammen erstrebt, sondern häufig auch nur eins oder das andere.

Die Beseitigung einer ungünstigen Bodendecke. Jede Bodendecke im Walde ist wohl für die Verjüngung ungünstiger wie der nackte, offene Boden. Solchen aber haben wir im Walde fast nirgends, oder wo er sich auf größeren Flächen findet, da handelt es sich um ungünstige Ausnahmen, wie etwa Flugsand auf sehr armen, trockenen Bodenstellen, Rutschungen an Steilhängen, vom Wind ausgeblasene Waldränder, Bergnasen und Bergrücken usw. Die gewöhnliche Waldbodendecke ist entweder Laub- oder Nadelstreu (tote Bodendecke), oder sie wird durch die den Waldboden überziehende Bodenflora gebildet (lebende Bodendecke). Nach alter Erfahrung ist jedes für sich allein meist ungünstiger als beides zusammen in lockerer Vermischung. Ein altes Sprichwort der Praxis sagt: Der Boden soll von ferne grün, von der Nähe braun aussehen! Das will heißen:

In der Schrägansicht sollen die grünen Gewächse hervortreten, in der Nahansicht von oben soll überall die braune Streu durchschimmern. Ein solcher Zustand zeigt meist eine gute Bodengare an und ist besonders für die Naturverjüngung günstig. Erreicht wird das meist nur auf tätigeren, nicht allzu schweren und nicht zu feuchten Böden, auf denen die abgefallene Streu sich regelmäßig zersetzt und innerhalb eines Jahres mineralisiert wird, so daß keine Anhäufung und Rohhumusbildung stattfindet. Notwendig ist dazu auch ein entsprechender, nicht zu dichter, aber auch nicht zu lichter Schluß des Bestandes. Dieser günstige Bodenzustand stellt sich meist nur im Laubholz oder nur bei vorwiegender Schattholzbestockung ein. Wir finden auch im Nadelwald bei Fichte und Tanne manchmal ein ähnliches Bild: eine nur sehr dünne und lockere Moosdecke, die zwischen den kleinen Polstern überall den nackten Boden oder schwache Nadelstreuflücken zeigt. Auch hier sind es fast immer tätigere Böden, die solche erfreuliche Bilder aufweisen. Oft hat auch eine unbeabsichtigte Bodenverwundung bei der Holzfällung, durch Wild- oder Viehtritt, an Hängen auch durch das ablaufende Regenwasser mitgewirkt.

In anderen Fällen kann sich eine dicke und schlecht zersetzte Boden- decke aus Laub oder Nadeln gebildet haben, die zerstört oder beseitigt werden muß.

Die weitaus häufigsten und schwierigsten Hindernisse aber sind die lebenden Bodendecken. Den leichtesten Fall bilden noch die Moose, die dem Boden meist nur locker aufliegen. Ähnlich auf sehr trockenen, armen Sandböden die Renntierflechte (*Cladonia*). Die schlimmeren Fälle bilden die verschiedenen Gräser, die Beersträucher, das Heidekraut, allein oder in Mischung miteinander. Als Sonderfälle sind noch zu nennen höhere Sträucher, wie Himbeere, Brombeere, Holunder und der Adlerfarn. Auch Wacholder und Besenpflanze (*Spartium scoparium*) werden mitunter bei sehr üppigem Wuchs zum schweren Kulturhindernis.

Die schädigende Wirkung, die die vorgenannten und alle anderen Unkräuter im Walde für die Verjüngung haben, besteht einmal in dem Raum- und Lichtentzug, den ihre oberirdischen Teile je nach Dichtstand und Höhe gegenüber den jungen Keimlingen der Holzpflanzen ausüben, was man im allgemeinen mit dem Ausdruck Verdämmung bezeichnet, andererseits in der oft ungünstigen Form, in der ihre Abfälle verwesen (Rohhumusbildung), endlich aber, und das ist in den meisten Fällen das Schwerwiegendste, in der mehr oder minder starken und tiefgehenden Wurzelentwicklung, die ein dichtes Geflecht im Boden bildet, so daß es begreiflich erscheint, daß die zarten Jungpflanzenwurzeln damit nicht in Wettbewerb treten können (sog. Wurzelkonkurrenz). Man kann in solchen besonders schlimmen Fällen von Verfilzung des Bodens sprechen.

Die einzelnen Unkrautarten besitzen nach diesen und anderen Richtungen hin offenbar sehr verschiedene Eigenschaften, die uns leider mangels genauer Untersuchungen noch ungenügend bekannt sind. Jedenfalls treten für die Frage der Bodenbearbeitung aber deutlich zwei Haupttypen hervor: Der eine, bei dem sich durch die Entwicklung von Wurzelstöcken, Ausläufern u. dgl. ein dichtes Geflecht nahe unter der Oberfläche bildet, das horizontal fest zusammenhängt, während die senkrecht in die Tiefe gehende Bewurzelung mehr locker und zerstreut auftritt, und der andere, bei dem solche flach streichenden Organe fehlen, sich dafür aber eine dichte in die Tiefe gehende Bewurzelung bildet. Den ersten Typ vertreten hauptsächlich unsere Heide (*Calluna*) und die Beerkräuter (*Vaccinium Myrtillus* und *vitis Idaea*), den anderen die meisten unserer Waldgräser (vgl. dazu die Abb. 79 und 80 in Teil I). Allerdings gibt es auch Übergangs- und Zwischenformen. Das auf unsern norddeutschen

Kiefernböden besonders gefürchtete Landschilf, fälschlich meist Segge genannt, *Calamagrostis epigeios*, zeichnet sich z. B. sowohl durch starke seitliche Ausläuferbildung als auch durch eine sehr dichte und tiefe Wurzelbildung aus, die nicht selten bis zu 1 m hinuntergeht. Während beim Beerkrauttyp das Abziehen des oberflächlichen Filzes durch die seitliche Verflechtung erleichtert wird, wird es beim Grastyp wesentlich erschwert.

In den meisten Fällen wird eine schädliche Bodendecke für die Verjüngung mit besonderen Werkzeugen für die Bodenbearbeitung bekämpft. Hierüber wird später noch das Nötige gesagt werden. Andere mehr oberflächliche Mittel sind: das Abschneiden mit Sichel oder Sensen, namentlich bei Streifenkulturen zwischen den Pflanzenreihen, um diese von der Lichtverdämmung durch hochwüchsige Unkräuter zu befreien und zu verhüten, daß letztere sich im Winter, durch Regen oder Schnee niedergedrückt, über die jungen Pflanzen legen. Man kann damit freilich nur für kurze Zeit helfen, da die ausschlagfähigen Unkräuter, wie manche perennierenden Gräser, Beerkräuter und Heide, oft um so stärker wiederkommen. In stark verheideten Kulturen wird deshalb auch das Ausrupfen der jungen Heidepflänzchen in den Kulturstreifen vielfach ausgeübt. Gegen den Adlerfarn soll auch mehrfaches Niederschlagen und Niederreten der sich gerade entrollenden Wedel ein gutes Mittel sein, das bei öfterer Wiederholung die Pflanzen dauernd schwächt.

In anderen Fällen wird das Abbrennen des Bodenüberzuges vor Beginn der Verjüngung angewendet. So geschieht das heute noch teilweise im eigentlichen Heidegebiet. Früher war es auch anderswo bei uns häufiger. Vielfach bildeten auch die zahlreichen Waldbrände, die durch Unvorsichtigkeit der Hirten bei der Waldweide entstanden, eine geeignete Vorbereitung für die Naturverjüngung der Kiefer. Man hat daher auch neuerdings vorgeschlagen, dieses alte Mittel unter Beobachtung gewisser Vorsichtsmaßregeln versuchsweise wieder anzuwenden¹. In den nordischen Ländern besteht heute noch ein förmliches „Brandkulturverfahren“, wobei nicht nur die Unkräuter zurückgedrängt, sondern nach den finnischen und schwedischen Untersuchungen² die in den nördlichsten Gebieten oft sehr ungünstigen Rohhumusbildungen verbessert werden.

Die Bodenlockerung. Ein weiteres Ziel der Bodenbearbeitung ist die Lockerung der obersten Bodenschichten im Hauptwurzelraum der jungen Pflanzen. Dies soll den Keimlingen nicht nur leichteres und tieferes Eindringen ermöglichen, sondern es soll auch eine bessere Durchlüftung und ein besseres Einsickern der Niederschläge bewirken. Ein sehr fest und dicht gelagerter Boden scheint den jungen Wurzeln oft tatsächlich einen gewissen Widerstand entgegenzusetzen, außerdem wird durch die Kapillarwirkung die im Boden enthaltene Feuchtigkeit dauernd an die Oberfläche geführt und dort verdunstet. Die Unterbrechung dieses kapillaren Aufstiegs ist ebenfalls ein Ziel der Lockerung. Die Tiefe und den Grad der Lockerung kann man bei einiger Übung schon recht gut durch Einstoßen des Spazierstockes bestimmen. Es ist das auch tatsächlich ein in der Praxis viel gebrauchtes Mittel, um im Walde die ausgeführte Bodenbearbeitung nachzuprüfen³.

¹ Vgl. dazu Graf v. d. Recke: Naturverjüngung der Kiefer durch Brandkultur. Dtsch. Forstwirt. 1928, S. 652.

² Acta forestal. fennica Bd. 4, 1925.

³ Ein feineres, aber mehr für wissenschaftliche Untersuchungen geeignetes Gerät ist die Meyenburgsche Bodensonde, die den Druckwiderstand des Bodens in verschiedener Tiefe selbsttätig auf einem eingelegten Papierstreifen in Form einer Kurve darstellt. Vgl. Internat. Mitt. f. Bodenkd. 1923, S. 201 u. Z. f. Forst- u. Jagdwes. 1926, S. 182.

Über die Notwendigkeit der Bodenlockerung für die Verjüngung sind die Ansichten der forstlichen Praxis durchaus noch geteilt. Wissenschaftliche Untersuchungen und exakte Versuche darüber fehlen uns auch noch fast gänzlich, worauf schon Rammann in seiner Forstlichen Bodenkunde hingewiesen hat. Man begnügt sich im allgemeinen, auf die allgemeinen Vorteile hinzuweisen, wie man sie aus den Erfahrungen der Landwirtschaft und des Gartenbaus kennt. Man muß aber demgegenüber bedenken, daß die natürliche Verjüngung im Walde doch in den meisten Fällen ganz ohne jede Bodenlockerung erfolgt und gedeiht, und daß das Wurzelsystem der älteren Pflanze in den tieferen Schichten ja immer auf den dort immer fest gelagerten Boden stößt und doch darin weiterwächst, ohne daß man, von Ausnahmefällen abgesehen, irgendwelche Hemmungen oder Schwierigkeiten dabei bemerkt. Auch spricht die langjährige Übung mancher Kiefernwirtschaftler des Ostens, auf ungelockerten Böden zu säen oder auch zu pflanzen, mindestens in manchen Fällen für die Entbehrlichkeit einer derartigen Bodenbearbeitung.

Die allgemeinen Vorteile einer solchen Lockerung: Erleichterung des Eindringens der Wurzeln, bessere Durchlüftung des Bodens und daher Beförderung der Wurzelatmung, die wieder auf die Stoffaufnahme und Stoffumsetzung zurückwirken muß, schließlich auch leichteres Einsickern der Niederschläge sind trotzdem nicht zu bestreiten. Sie werden selbst da, wo man auch ohne Lockerung auszukommen vermöchte, der Verjüngung wohl meist ein besseres und rascheres Hochkommen ermöglichen. Darauf kommt es in der Praxis aber wegen der vielen Gefahren der Keimlinge und Jungpflanzen doch oft in entscheidendem Maße an.

Eine Lockerung in trocknen Zeiten und zu kurz vor Beginn der Verjüngung bringt aber leicht die Gefahr der Austrocknung mit sich, weswegen es allgemeine Regel ist, die Bearbeitung so rechtzeitig auszuführen, daß der Boden sich wieder genügend „setzen“ kann. Nötigenfalls muß man durch Anwalzen oder Antreten nachhelfen. Auch ist in der Frage der Bearbeitungstiefe bei schweren Lehm- und Tonböden große Vorsicht geboten, da hier eine zu tiefe Lockerung mit Heraufbringen des rohen Unterbodens sehr leicht zu Verschlämmung und Verdichtung führen und den Vorteil ins Gegenteil umkehren kann. Bei verfestigten Schichten im Untergrund (Pflugsohle, Ortstein) ist dagegen die Durchbrechung derselben allgemeine Regel. Im Durchschnitt begnügt man sich heute im Walde mit einer Lockerung von 15—20 cm Tiefe, was etwa der Länge eines Spatenstichs entspricht, während man früher tiefere Lockerung bis zu zwei Spatenstichen liebte und sich davon besonderen Nutzen versprach. Wie schon gesagt, fehlen uns leider genau durchgeführte Vergleichsversuche in diesen Fragen fast vollständig.

Mengung des Bodens. Ein drittes Ziel der Bodenbearbeitung, das mit der Lockerung meistens Hand in Hand geht, ist die Mengung des Bodens. In früheren Zeiten sah man hier das Erstrebenswerte vielfach in einer Heraufbringung der tieferen, noch unverwitterten und daher für reicher und kräftiger gehaltenen Bodenschicht und umgekehrt die Herunterbringung der oberen, angeblich mehr ausgesognen Schicht nach unten. Dieses Verfahren pflegt man heute mit Umstülppvorfahren zu bezeichnen. Mit der Erkenntnis, daß die Menge der Mineralstoffe auch auf den ärmeren Böden den Bedarf unserer Holzpflanzen meist mehr wie genügend zu decken vermag, und daß viel wichtiger die Erhaltung einer reichen und guten Humusbeimischung ist, besonders auf Sandböden, hat sich das zu steckende Ziel jetzt fast ins Gegenteil verkehrt. Man vermeidet heute gerade das Heraufbringen der unteren „toten“ oder „sterilen“ Schichten und erstrebt die Erhaltung der natürlichen Bodenlagerung. Nur soll roher, un-

zersetzter Humus niemals oberflächlich liegenbleiben, sondern in möglichst guter Zerkleinerung mit den oberen Sandschichten vermischt werden. Hierfür sind in Norddeutschland besonders Möller (s. auch S. 178) und Spitzenberg eingetreten. Letzterer sah besonders in der wühlenden und mengenden Tätigkeit der im Boden lebenden Tiere das natürliche Vorbild und nannte das von ihm in feinsten Weise durchdachte Bearbeitungsverfahren „Wühllockerung“ oder „Wühlverfahren“¹.

So unzweifelhaft wichtig nach den Möllerschen Versuchen die Erhaltung und Vermengung des Humus, auch des Rohhumus, mit dem darunterliegenden Sandboden für den trockeneren Osten Norddeutschlands ist, so scheint das für feuchtere und kühlere Standorte wie das nordwestdeutsche Heidegebiet² bzw. die nordischen Länder³ schon weniger zuzutreffen. Im übrigen ist durch die Möllerschen Versuche an sich gegen das Umstülpverfahren noch nichts bewiesen, da er nur den mit Humus gemischten Sand mit dem reinen Sand ohne Humusbeimengung verglichen hat, nicht aber mit dem umgestülpten Boden mit Humus im Untergrund⁴. Es bleibt also noch die Frage offen, ob der in die Tiefe gebrachte Humus — sofern es sich nicht etwa um große Rohhumuspolster oder schwer zersetzlichen Wurzelfilz handelt — nicht auch dort günstig wirken kann und nur die Wurzelentwicklung mehr in die Tiefe zieht, statt sie oberflächlich zu fördern.

Dies war z. B. gerade das Ziel der alten Pfeilschen Methode zur Erziehung von langbewurzelten Kiefernpflanzen. Spitzenberg legt grundsätzlich mehr Wert auf eine reichliche Entwicklung der oberflächlichen Wurzeln. Für die leichtere Verpflanzbarkeit der im Saat- oder Schulkamp erzogenen Pflanzen hat das eine gewisse Berechtigung, für die Entwicklung in der freien Verjüngung scheint es weniger begründet. Gegen die Gefahr der Vertrocknung auf dürrer Boden dürfte die Erziehung der Wurzeln zu größerer Tiefe sogar nur günstig sein.

Einen wesentlich anderen Weg in der Behandlung der Bodenschichten geht das auf Moor- aber auch auf Rohhumusböden stellenweise angewandte Sanddeckverfahren. Ursprünglich bei der Melioration von Moorländereien angewendet (Rimpausches Deckverfahren), hat es sich gelegentlich auch im Walde bei der Verjüngung von moorigen und anmoorigen Böden zur Vermeidung des Auffrierens bewährt. Es ist dann auch auf Sandböden mit Rohhumusauflage in großem Umfange und mit bestem Erfolge zur Anwendung gebracht. So z. B. in Gelbensande in Mecklenburg, wo die dortigen sehr starken Rohhumusauflagen nach streifenweisem Abziehen des obersten Wurzelfilzes 4—5 cm hoch mit Sand aus dem Untergrund überdeckt werden, den man aus Löchern der Zwischenstreifen entnimmt. v. Oertzen verwirft sogar grundsätzlich jede Lockerung und Mischung des Bodens als überflüssig und schädlich und legt den Hauptwert auf die Übersichtung der Rohhumusauflage mit Decksand, die die dauernde Frischhaltung des Humus gewährleiste und nach den dortigen jahrzehntelangen Erfahrungen ein üppiges und anhaltend gutes Wachstum der Verjüngungen (meist Kiefernseeden) verbürge⁵.

¹ Spitzenberg: Die Wühlkultur. Neudamm. — Jacob: Wühlkulturvorträge. Neudamm 1925.

² Erdmann, Neubruchhausen, läßt grundsätzlich den Rohhumus bis auf den Mineralboden entfernen.

³ Hesselman, Stockholm, fand in seinen Versuchen auch schädigende Wirkungen nach Beimengung bestimmter Rohhumusorten.

⁴ Nur in einem von den vielen Versuchen ist das geschehen. Dort wurde eine kleine Überlegenheit des Wühlverfahrens gefunden, aber nur an einjährigen Kiefern, die vielleicht in dem Umstülpversuch mit ihren Wurzeln noch nicht richtig in den Humus hineingewachsen waren. Über die in Aussicht gestellte weitere Beobachtung ist nichts mehr veröffentlicht worden. Vgl. Z. f. Forst- u. Jagdwes. 1903, S. 270.

⁵ Oertzen, v.: Humus und Kulturen auf Humus. Z. f. Forst- u. Jagdwes. 1904, S. 32.

Ein bis zu gewissem Grade mit dem vorigen verwandtes Verfahren ist die Dammkultur, bei der mit dem Pfluge in zwei Pflugstrichen von rechts und links der Oberboden zu einem Damm nach der Mitte zusammengepflügt wird. Auch hierbei wird die humose Schicht wenigstens teilweise beim Umstürzen übersandet. Es finden sich im Damm oft drei Humusschichten (die unangerührte am Grunde und die beiden umgepflügten) mit entsprechenden Sandschichten dazwischen und darüber. In der Hauptsache ist das Verfahren deswegen angewendet worden, um die jungen Pflanzen, meist Kiefern, durch erhöhten Stand aus dem Unkraut herauszuheben. Ein solches Verfahren in Sachsen ist kürzlich von Wiedemann¹ beschrieben worden und hat dort recht gute Erfolge, insbesondere große Widerstandsfähigkeit gegen Dürre auf trocknen Dünenanden gezeigt. Die Ergebnisse sind offenbar sehr beachtenswert und sollten zur Nachahmung und zu weiteren Versuchen anregen, inwieweit das Verfahren auch auf stärker unkrautwüchsige Böden zu übertragen ist, wo u. U. der dicke Gras- und Wurzelfilz hemmend werden kann. Jedenfalls würde der erhöhte Stand der Pflanzen, wie er auch bei sog. hochgegrabenen Streifen und beim Dammhäufeln hinter der Bodenfräse (vgl. S. 383) beabsichtigt und erreicht wird, einen großen Teil der Pflegekosten für Unkrautbekämpfung ersparen.

Manches in der Frage der zweckmäßigsten Bodenbearbeitung im Walde ist vorläufig noch strittig und ungeklärt und bedarf noch einer genaueren und einwandfreien Erforschung und Versuchstätigkeit. Sicher wird auch hier die beste Form der Bearbeitung mit dem verschiedenen Standort zu wechseln haben. Neben den klimatischen Unterschieden (trockne und feuchte Gebiete) und den verschiedenen Bodenarten (Sand-, Lehm-, Ton- und Moorböden) werden gerade auch die Unterschiede in der Bodenflora (vgl. oben Beerkraut- und Grastyp) oft andere Methoden erfordern.

Bearbeitungsfläche. Die Bearbeitung kann entweder auf der vollen Fläche oder nur auf Streifen oder schließlich auch nur auf Plätzen erfolgen. Die Bearbeitung auf voller Fläche beschränkt sich wegen der hohen Kosten meist nur auf leichtere und billigere Verfahren, z. B. Bodenverwundung mit Eggen oder Grubbern zur Vorbereitung für die natürliche Verjüngung, wobei überhaupt eigentlich nicht jeder Teil der Fläche von der Arbeit betroffen wird, sondern dazwischen immer noch kleinere oder größere Flecke unbearbeitet bleiben. Vollbearbeitung im eigentlichsten Sinne finden wir nur in den Saatkämpfen und bei dem sog. Vollumbruchverfahren nach Hohenlüblicher Art (vgl. weiter unten). Die Entfernung der Streifen richtet sich ganz nach den Umständen und der gewünschten Dichte der zu erziehenden Bestände. Meist schwankt die Entfernung von Mitte zu Mitte zwischen 1—2 m, liegt aber bei der weitaus häufigsten Bodenbearbeitung für Kiefernkulturen in der Regel bei 1,3 m. Die Breite des bearbeiteten Streifens beträgt durchschnittlich 0,30—0,70 m. Früher begnügte man sich meist mit schmaleren, nur 40 cm breiten Streifen, heute strebt man im allgemeinen eine größere Breite von 50—70 cm an, damit die jungen Pflanzen freieren Entwicklungsraum zwischen dem Unkraut auf den unbearbeiteten Streifen behalten. Auch kann man auf den breiteren Streifen besser mit fahrbaren Geräten zum Behacken arbeiten. Die Bearbeitung in Plätzen ist meist nur bei Einzelpflanzung größerer Pflanzen (Eichen- und Buchenlohlen, 4—5jährigen Fichten im Gebirge) üblich. Die Entfernung der Plätze voneinander wechselt auch hier. Bei der Fichtenpflanzung ist 1,5 m im

¹ Wiedemann: Die Herterschens Pflugdammkulturen im sächsischen Staatsforst Dresden. Z. f. Forst- u. Jagdwes. 1924, S. 387. — Eine ältere Anwendung findet sich in der Lausitz. Vgl. Scott-Preston: Der Anbau der Kiefer auf Pflugwällen in der Oberförsterei Dobrilugk. Z. f. Forst- u. Jagdwes. 1888, S. 513.

Quadratverband das Üblichste, die Größe der Plätze beträgt meist 30—40 cm im Geviert.

Zeit der Bearbeitung. Im allgemeinen ist eine möglichst frühzeitige Bearbeitung des Bodens vor der Kultur wünschenswert, damit die Winterfeuchtigkeit in den Boden einziehen und dieser sich wieder von selbst zusammenlagern, „setzen“ kann. Eine späte Bearbeitung im Frühjahr kurz vor der Kultur ist namentlich für Saaten auf trocknen Sandböden gefährlich und erfordert mindestens noch ein vorheriges Anwalzen.

Albert¹ möchte neuerdings die ganze Bodenbearbeitung schon in den Vor sommer in den noch stehenden Bestand hineinverlegen, damit die Bodengare unter dem Einfluß der Wärme besser und tiefer eindringen kann. Er weist hierbei auf die heutigen Grundsätze des Frühpflügens in der Landwirtschaft hin („Der Pflug soll schon an der Sense, nicht mehr bloß am Erntewagen hängen!“). Inwieweit sich aber die Bodenarbeit im stehenden Bestand ohne schwere Störungen durch den nachfolgenden Fällungsbetrieb und unverhältnismäßige Erhöhung der Kosten für ihre Wiederinstandsetzung durchführen läßt, müßte erst noch erprobt werden, ebenso, ob der Gewinn tatsächlich ein so großer sein würde. Wir dürfen nicht vergessen, daß bei uns doch grundlegend andere Verhältnisse wie in der Landwirtschaft vorliegen (starke Unkrautdecken, sofortiges Wiedereinsetzen der Verunkrautung, Notwendigkeit von Dauererfolgen und nicht nur von augenblicklichen Wirkungen u. a. m.).

8. Kapitel. Die Geräte für die Bodenbearbeitung und ihre Anwendung.

Die Geräte und Werkzeuge für die Bodenbearbeitung im Walde sind meist der Landwirtschaft und dem Gartenbau entnommen. Sie sind dann für die Arbeit im Walde entsprechend abgeändert, besonders wegen der größeren Hindernisse im Boden (Stöcke, Wurzeln, Steine) meist kräftiger und schwerer ausgestaltet. Einzelne Geräte sind auch unmittelbar für den Wald erdacht und erbaut worden. Gerade in allerneuester Zeit haben sich in Deutschland und besonders in Norddeutschland die Erfindungen auf diesem Gebiet geradezu überstürzt.

Es kann hier nicht die Aufgabe sein, alle Einzelformen in ihren oft nur unwesentlichen Abweichungen aufzuführen, zumal dann, wenn sie noch nicht lange und allgemein eingeführt sind. Ebensowenig soll auf die vielen älteren Geräte eingegangen werden, die heute meist außer Gebrauch gekommen sind. Es wird nur eine beschränkte Auswahl herausgegriffen werden, die entweder besonders häufig verwendet werden oder deren Konstruktion besondere, für die Bodenbearbeitung im Walde wichtige und eigenartige Gedanken verkörpert. Im übrigen wird auf die Preisverzeichnisse der hauptsächlichsten deutschen Firmen für forstliche Geräte und Werkzeuge hingewiesen².

A. Handgeräte.

1. Rechen oder Harken. Die Arbeitsteile sind hier kurze, feststehende Zinken, die in verschiedener Zahl und in verschiedenem Abstand auf einem Querbalken befestigt sind, der einen langen Stiel zur Führung besitzt. Zinken und Querbalken sind für den Gebrauch im Walde meist aus Eisen gefertigt.

Die Harken dienen in der Hauptsache nur zur Entfernung von Streu oder feinem Reisig, als Vorbereitung für andere Bodenbearbeitung oder zum Einebnen

¹ Albert: Bemerkungen zur Frage der Bodenbearbeitung im forstlichen Großbetrieb. Dtsch. Forstwirt. 1929, Nr. 47.

² E. E. Neumann in Eberswalde, Göhlers Witwe in Freiberg i. Sa., A. Kirmis in Küstrin u. a.

und zur feineren Zerkrümelung des Bodens nach Bearbeitung mit anderen Geräten. Nur bei leichten Streu- oder schwachen Moos- und Flechtendecken genügt ihre alleinige Anwendung oft schon zu ausreichender Bodenverwundung.

Eine besondere Konstruktion stellt die Hilfsche Krümelharke (Abb. 150) dar. Damit sich Streu und Reisig nicht so leicht vor den Zinken festsetzen, sondern seitlich abstreifen, ist der Balken des Rechens in der Mitte stumpfwinklig gebogen, außerdem besitzt er ein bogenförmiges Joch, um in Reihenkulturen die Jungpflanzen zwischen sich durchzulassen. Je ein Zinken auf jeder Seite ist verbreitert, um etwas kräftiger einzugreifen. Das Gerät ist in der Hauptsache zur Pflege nach beendeter Kultur (Freihalten von Unkraut, Lockerhaltung der Oberfläche) bestimmt. Für Kämme mit verschiedener Entfernung der Pflanzreihen wird auch eine Harke mit verstellbarer Breite geliefert.



Abb. 150. Hilfsche Krümelharke.

Einen Übergang von den Rechen zu den Hacken bilden die Spitzenberg-schen Wühlrechen oder Rollhacken (Abb. 151). Bei ihnen stehen eine



Abb. 151. Spitzenbergsche Rollhacke.

ein und wirbeln ihn durcheinander. Zum tieferen Eindringen dienen Beschwer-ringe, die auf dem Stiel befestigt werden können. Das Gerät hat den Vorteil, daß es sich in verwurzelttem Boden nicht so leicht festsetzt wie die Rechen mit feststehenden Zinken.

2. Hacken. Bei den Hacken sind die Arbeitsteile eiserne Blätter (Blatt-hacken) oder breite blattartige Zinken (Zinkenhacken). Während die Rechen durch Ziehen bewegt werden, um die Bodenoberfläche aufzureißen, werden die Hacken schwingungartig in den Boden eingeschlagen und brechen ihn auf.

Die breitesten Blatthacken sind die sog. Plaggenhacken (25—35 cm breit) (Abb. 152). Sie dienen dazu, starken Boden-überzug vom Untergrund abzutrennen und abzuschälen. Bei der

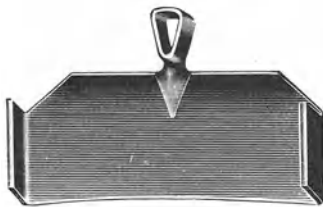


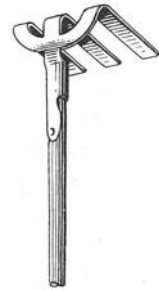
Abb. 152. Plaggenhacke.



a) Dreizinken-hacke.



b) Blatthacke.



c) Sollinger Häckelhacke.

in der Abbildung dargestellten Plaggenhacke ist das Blatt an den Außenkanten rechtwinklig umgebogen, um den Bodenfilz auch seitlich abzuschneiden. Diese Hacken sind sehr schwer und werden im allgemeinen nur von Männern geführt.

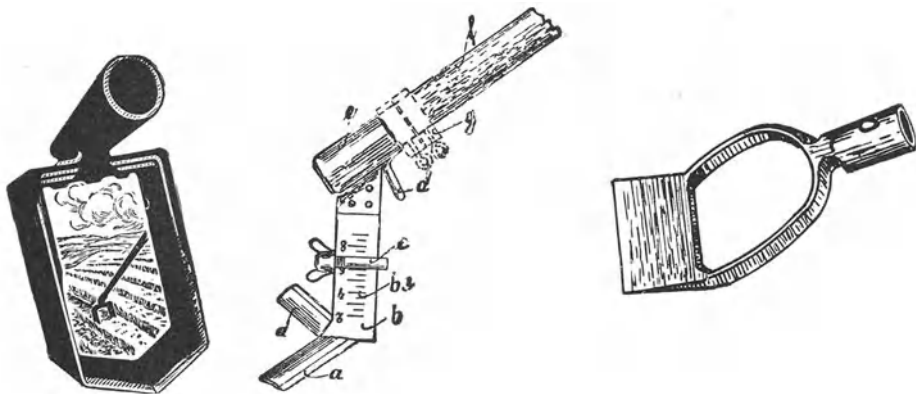
Nur $\frac{1}{2}$ — $\frac{1}{3}$ so breit ist die gewöhnliche, in Garten oder Feld gebrauchte Blatt-hacke, die auch von Frauen bedient wird (Abb. 153 b). Leichterem Bodenüberzug kann auch hiermit abgeschält werden. Außerdem kann der darunterliegende Mineralboden damit flach gelockert, „durchgehackt“ werden. Je nachdem dies gröber oder feiner geschieht, spricht man von Grob- oder Schollighacken und von Kurz-

hacken. Ersteres ist im allgemeinen nur dann am Platz, wenn der Boden noch längere Zeit vor der Kultur (über Winter) liegenbleibt und dann durch die Einwirkung von Frost und Regen weiterzerkleinert wird. Für Saat, insbesondere Maschinensaat, wird aber meist nach jeder Hackarbeit noch ein Durchrechen und Einebnen nötig sein. Die Handhackarbeit schafft bei sorgfältiger Ausführung eine recht gute Lockerung und Durchmischung des Bodens, ist aber meist teuer, namentlich auf stärker verwurzelten Böden, wo oft jeder Hackenschlag auf Hindernisse stößt. Die Feldhacke wird auch zum Entfernen von Unkraut nach erfolgter Kultur gebraucht, wobei der Hackenschlag flach geführt und das Unkraut abgeschürft wird. Dieses wird dann mit der Hand leicht ausgeschüttelt und beiseite geworfen (sog. Ausmengen). Auch dieses Behacken der Kulturen ist verhältnismäßig sehr teuer und erhöht die anfänglichen Bodenbearbeitungskosten oft auf das Doppelte und Mehrfache, je nachdem, wie oft es nötig wird.



a) Kulturhacke. b) Kreuzhacke (links Spitzhacke, rechts Rodehacke).
Abb. 154 a und b.

Statt der einblattigen Feldhacke wird in Norddeutschland auf Sandboden auch viel die dreizinkige Hacke (Abb. 153a) gebraucht, die im allgemeinen den Boden noch besser durchmengt wie die Blatthacke. Ihr entsprechen im Westen auf schwereren Böden die dort angewendeten stärkeren Häckelhacken, wie z. B. die Sollinger Häckelhacke (Abb. 153c).



a) Wassis Handpflug. b) Spitzenbergsche Ziehhacke. c) Halstenbeker Schuffel.

Abb. 155 a-c. Unkrauthacken.

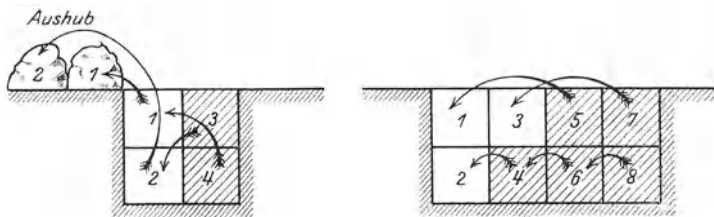
Ein schmäleres, aber längeres Blatt bei stärkerem Bau im ganzen haben die im Gebirge zur Herstellung von Pflanzlöchern verwendeten Kulturhacken, wie z. B. die Harzer Hacke (Abb. 154a) und ähnliche in anderen Gegenden Deutschlands verwendete Formen.

Zur Bewältigung schwerster Hindernisse im Boden, wie starker Wurzeln und größerer Steine, dienen die ganz starken Rodehacken und die Spitz-

hacken oder Pickel. Eine Zusammensetzung beider ergibt schließlich die Kreuzhacke (Abb. 154b).

Zu dem besonderen Zwecke der Unkrautbekämpfung gibt es noch eine Anzahl hackenähnlicher Werkzeuge. So z. B. den Wassis-Handpflug, der in der Landwirtschaft bei der Rübenkultur viel gebraucht wird (Abb. 155a), die Spitzenbergsche Ziehhacke (Abb. 155b) und die Halstenbeker Schuffel (Abb. 155c). Alle drei werden flach an der Oberfläche des Bodens hingezogen, um die Unkräuter abzuschneiden und abzuschürfen. Allerdings dürfen diese dabei noch nicht zu stark sein, am besten in der ersten Entwicklung begriffen. Auch der Boden darf nicht zu fest sein. Sie finden daher meist nur in Pflanzgärten und Saatkämpfen Anwendung, weniger in Freikulturen.

3. Spaten. Die Spaten haben breite eiserne Blätter mit verstärkter Schneide. Sie werden in den Boden hineingestoßen, meist unter Zuhilfenahme des Fußes,



a) Rajolen mit Umkehr der Schichten. b) Rajolen ohne Umkehr der Schichten.

Abb. 156 a und b.

und es wird eine Erdscholle, ein Stich, ausgehoben und dann mit einer Wendung wieder abgelegt. Hierbei zerbricht die Scholle je nach der Bindigkeit des Bodens mehr oder minder stark. Durch kreuzweises Einstoßen des Spatens kann sie noch weiterzerkleinert werden. Man unterscheidet bei der Spatenarbeit das einfache Umgraben und das Rajolen (Rijolen oder Rigolen). Auch beim Umgraben wird der oberste Boden immer etwas umgelagert, aber doch mehr gemengt als umgekehrt. Eine solche vollständige Umkehr der Schichten findet dagegen beim Rajolen statt. Dieses wird zwei Spatenstiche tief ausgeführt, womit also auch eine bedeutende Tiefenlockerung verbunden ist. Es wird in der Weise vorgenommen, daß man ein zwei Stich tiefes Loch oder einen entsprechenden Graben aushebt und den Aushub zunächst beiseite legt. Der oberste Spatenstich des anschließenden Lochs oder Grabens kommt dann in den Untergrund, der zweite, tiefere Stich darüber und so fort. Zum Schluß wird das letzte offene Loch mit dem Aushub des ersten zugefüllt. Über den Gang der Ausführung vergleiche man die Abb. 156a. Ein Rajolen ohne Umkehr der Schichten kann man auch durch die in Abb. 156b dargestellte Art der Ausführung erreichen.

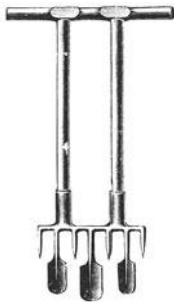


Abb. 157.
Spitzenbergscher
Wühlspaten.

Eine besondere Form des Spatens stellt der von Hegemeister Spitzenberg erfundene Wühlspaten (Abb. 157) dar. Er besteht aus drei kleinen Spatenblättern, die nach oben hin in quer-gestellte, messerartige Teile auslaufen und an dem eisernen Verbindungs-balken noch vier kleinere Messer zwischen sich tragen. Der Spaten wird mit genau vorgeschriebenen Stichen in den Boden gestoßen. Durch tiefes Vor- und Rückwärtsdrücken des Handgriffs wird dann der Boden zerschnitten und von unten her aufgebrochen. Es soll dadurch die von Spitzenberg angestrebte Wühllockerung ohne jede Verlagerung der Bodenschichten bewirkt werden. Das Gerät ist jedenfalls für diesen Zweck

äußerst sinnreich durchkonstruiert. Es ist dazu eine eingehende Gebrauchsanweisung von Spitzenberg herausgegeben, die genau beachtet werden muß, um den beabsichtigten Erfolg zu erreichen und unnötige Zeit- und Kraftverschwendung zu vermeiden. Es können damit ebenso einzelne Grabe- bzw. Wühlplätze wie auch Streifen hergestellt werden.

B. Bespannte oder mit Motoren arbeitende Geräte.

1. Pflüge. Der Hauptarbeitsteil des Pfluges besteht aus einem meißel- bis keilförmigen, verstärkten Eisenstück, der Pflugschar (*sch* in Abb. 158), die sich in den Boden eindrückt und ihn beim Vorwärtsziehen aufreißt. Die aufgebroschene Erde gleitet dann nach hinten auf das eiserne, nach oben umgebogene Streichbrett (*str*), wird von diesem gehoben und in Schollen nach außen ab-

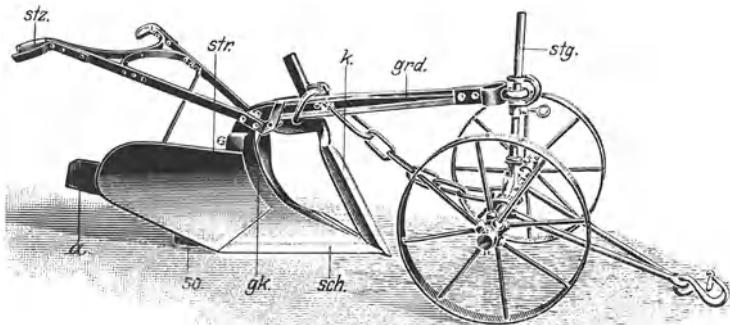


Abb. 158. Choriner Wald- oder Forstkulturpflug CFM in Arbeitsstellung
(Hersteller: E. E. Neumann, Eberswalde).

sch = Pflugschar; *so* = Pflugschle; *str* = Streichbretter; *a* = Abstreifer; *gk* = Grieskörper; *grd* = Grindel; *stz* = Sterzen; *k* = Kolter (Messerkolter); *stg* = Stellstange mit Stellvorrichtung zum Einstellen des Tiefganges.

gelegt. Die Ackerpflüge, welche nur ein Streichbrett haben, das kleiner und nicht so stark geschwungen ist, legen die Scholle nur nach einer Seite ab und stellen sie mehr schräg auf die hohe Kante. Die Waldpflüge, wie der in Abb. 158 dargestellte verbesserte Eckertsche oder sog. Choriner Waldpflug, haben zwei größere und stark geschwungene Streichbretter, die nach jeder Seite eine Scholle ablegen und dabei umkehren. Während beim Feldpflügen die Pflugfurche beim

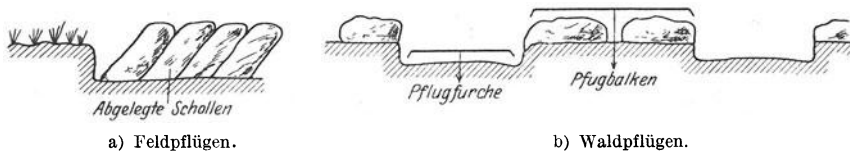


Abb. 159 a und b. Arbeit des Feld- und Waldpfluges.

nächsten Gang durch neue Schollen zugefüllt wird, bleibt beim Streifenpflügen, wie es mit dem Waldpflug ausgeführt wird, die Pflugfurche offen, und zwischen je zwei Furchen bildet der um die umgelegte Scholle erhöhte Boden dann den Pflugbalken (vgl. Abb. 159 a u. b). Die Pflugfurche allein bildet den Streifen für die Kultur, der Pflugbalken bleibt unbenutzt liegen. Zum besseren Abstreifen und Umlegen der Scholle haben die Streichbretter der Waldpflüge meist noch kleine Ansätze, die sog. Abstreicher (*a* in Abb. 158). Das unter der Schar und den Streichbrettern wagerecht liegende eiserne Verbindungsstück, auf dem der Pflug gleitet, ist die Pflugschle (*so*). Schar, Streichbretter und Schle sind

auf dem aus Stahlguß hergestellten Grieskörper (*gk*) oder der Griessäule befestigt. Der deichselartig nach vorn gehende eiserne Balken heißt Grindel (*grd*). Er trägt nach hinten die zur Führung des Pfluges bestimmten Handgriffe oder Sterzen (*st*) und, vor der Pflugschar eingeschaltet, meist noch ein sog. Kolter (*k*), das entweder, wie in Abb. 158, Messerform (Messerkolter) oder, wie in Abb. 165a, Scheibenform hat (Scheibenkolter) und den Bodenüberzug



Abb. 160. Walzenforstpflug des Oberförstlers Stehle.
(Aus der Bildersammlung des Iffa, Institut für forstliche Arbeitswissenschaft, Eberswalde.)

vor der Schar auftrennen soll. Am vorderen Ende des Grindels befindet sich die Anspannvorrichtung, die in Abb. 158 aus einem Rädergestell mit senkrecht nach oben gehender Stellstange besteht. An dieser kann durch Höher- oder Tieferstellen des Grindelbaumes der gewünschte Tiefgang des Pfluges geregelt werden. Ein Pflug mit einer solchen Vorderkarre, die einen leichteren und gleichmäßigeren Gang bewirken soll, nennt man Karrenpflug. Befindet sich zur Führung am Grindel nur ein Stelz mit Gleitschuh oder kleinem Rad, so spricht man von Stelzpflügen (vgl. Abb. 161), ist der Grindelbaum ganz frei, so daß der Tiefgang dauernd durch den Führer mittels Druck auf die Stelzen geregelt werden muß, von Schwingpflügen. Da man im Walde im allgemeinen nur den Bodenüberzug möglichst flach abschälen will, so wird der Pflug hoch eingestellt. Allerdings setzt er dann bei Unebenheiten leicht aus, auch klappt der Bodenüberzug bei zu flachem Abschälen gern zurück,

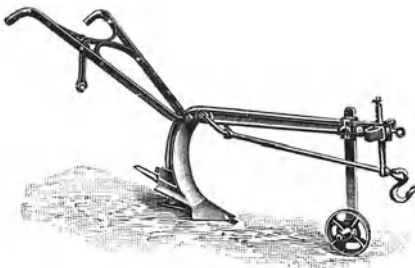


Abb. 161. Untergrundpflug.

was dann ein meist teures Nacharbeiten mit der Hand erfordert. Um das Zurückklappen möglichst zu vermeiden, sind an der Pflugschar häufig noch kleine Seitenmesser angesetzt, die den Bodenüberzug an der Umbiegestelle von unten anschneiden sollen. Neuerdings ist ein Waldpflug mit einer aus zwei Walzen bestehenden Vorderkarre herausgekommen, der ein besonders sauberes und gleichmäßiges Abschälen und Ablegen des Bodenüberzuges bewirken soll, der Stehle-Neumannsche Walzenforstpflug (Abb. 160).

Ein Waldpflug für möglichst flache Führung ist der „zweiseitige Forstpflug“ der Firma Kirmis, Küstrin. Ebenso werden dort noch einige andere einscharige Pflüge geführt, die nach dem System von Keudell, Hohenlübichow, zum feldmäßigen „Vollumbruch“ des Waldbodens dienen (vgl. später).

Zum Lockern in der Tiefe dienen sog. Untergrundpflüge oder Untergrundhaken (Abb. 161), die keine Streichbretter, sondern nur eine sehr starke Schar mit meißelartiger Spitze haben, und die den Boden nur in einer schmalen Furche tief von unten her aufbrechen. Sie werden gewöhnlich nur auf ver-

härteten oder bindigen Böden angewendet, nachdem die Bodennarbe abgeschält oder durch ein flach gehendes Gerät zerstört ist (z. B. zur Lockerung nach dem Waldpflug).

2. Eggen, Grubber und ähnliche Geräte. Eine Reihe von anderen gespannten Geräten dient der Zerreißung und Zerkleinerung und dabei zugleich auch der Mengung des oberen Bodens mit Hilfe von Zinken oder Messern, die teils fest stehen, teils federn, teils auch an drehbaren Achsen angebracht sind und sich daher mehr oder minder rollend durch den Boden bewegen. Solche Geräte werden in der Landwirtschaft Eggen, Grubber oder Kultivatoren genannt.

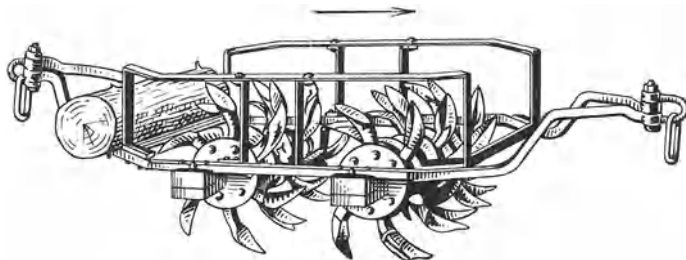


Abb. 162. Dänische Rollegge.

Gerade auf diesem Gebiet sind in der Neuzeit für den Wald eine Unmenge der aller-
verschiedensten Formen herausgebracht worden, die z. T. merkwürdige Namen nach Tieren
des Waldes tragen, denen sie im Aussehen oder in der Arbeit gleichen sollen. (So z. B.
die verschiedenen Roll- und Federzinkenigel, der Geistsche Keiler und Frischling, der
Tschaensche Dachs, die Jahnsche Wühlschnecke, der süddeutsche Lindwurm u. a. m.)

Es sollen hier nur einige der bekanntesten und häufiger verwendeten Geräte,
sowie einige andere herausgegriffen werden, deren Baugrundsätze besonders
eigenartige und neue Gedanken verkörpern.

Zu den älteren derartigen Geräten gehört die dänische Rollegge (Abb. 162),
die an zwei drehbaren Achsen neun Scheiben und an jeder Scheibe sechs sichel-

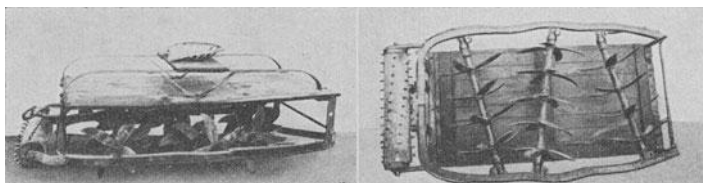


Abb. 163. Finnische Rollegge mit Stubbenkletterwalze. (Aus der Sammlung des Iffa, Eberswalde.)

förmig gekrümmte Zinken trägt, die sich bei der Bewegung in den Boden ein-
drücken, leichtere Bodendecken zerreißen und den Boden oberflächlich etwas
lockern und mengen. Das Gerät ist in Dänemark viel zur Bodenverwundung in
Buchenbeständen verwendet worden. In früheren Jahrzehnten ist es auch bei
uns mehrfach hierfür angewandt, aber neuerdings durch ähnliche, verbesserte
und kräftiger wirkende Geräte ersetzt worden. Ein solches war schon die in
Hessen vielgebrauchte Rollhacke von Dr. K. Weber, Konradsdorf¹.

Eine intensivere Bearbeitung als die dänische Rollegge ergibt durch Schräg-
stellung der Achsen und mehr flache, messerartige Form der Zinken die neuerdings
eingeführte finnische Spatenrollegge (Abb. 163) und der ähnliche Nagel-

¹ Näheres über diese s. Heyer u. Heß: Waldbau, 5. Aufl., Bd. I, S. 125.

sche Spatenrolligel. Durch diese wird der Boden kreuzweise zerschnitten und durchrissen. Immerhin sind auch diese Geräte mehr für leichtere Bodennarben (leicht begrünte Buchenböden, bemooste Kiefern Böden, Auflockerung von Laub- und Nadelstreudecken) und für mehr oberflächliche Bearbeitung geeignet und bestimmt.

Ein tiefer arbeitendes Gerät ist der vom Senator Geist in Waren in Mecklenburg erfundene Wühlgrubber in zwei Ausführungen, einer sehr schweren und wuchtigen, Marke „Keiler“ (Abb. 164), und einer leichteren, früher „Frischling“, jetzt „Überläufer“ genannt. Besonders das erstere Gerät ist zur Zerreißung stärkster Bodendecken und zur gleichzeitigen tiefen Lockerung und Durchmischung bestimmt. Es ist zur Herstellung von Saatstreifen auf großen Kahlschlagflächen geeignet, erfordert aber eine Bespannung von 6 kräftigen Pferden, deren Besorgung im Walde immer schwierig ist, wo nicht etwa eigene

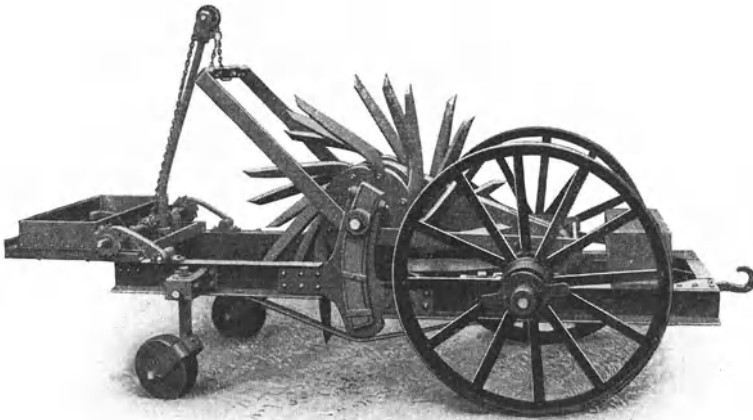


Abb. 164. Geistscher Wühlgrubber „Keiler“.

Gespannkraften zur Verfügung stehen. Der Geistsche Keiler kann aber natürlich auch mit starken Kraftmaschinen (Trekern, Raupenschleppern u. dgl.) bewegt werden, was aber zur wirtschaftlichen Ausnutzung immer sehr große Flächen voraussetzt. Die kleinere Marke ist im allgemeinen nur zur Bodenverwundung bestimmt. Übrigens wird auch für den Keiler bei sehr starker Heide- oder Beerkrautnarbe Vorarbeit durch kreuzweises Aufreißen mit dem Däblerschen Reißer (eine Art Egge mit festen Zinken) empfohlen. Die Geistschen Grubber haben lange, winklig gebogene Grubberzinken, die sich durch die Schwere des ganzen Gerätes tief in den Boden eindrücken, und die durch geeignete Zahnradkettenübertragung von der Vorderachse aus sich etwas langsamer drehen als diese, so daß sie bei der Fortbewegung neben der stechenden und brechenden Wirkung in senkrechter Richtung noch eine reißen- und pflügende in der wagerechten erhalten. Auch bei diesen Geräten ist, wie bei allen anderen, die vom Erfinder herausgegebene Gebrauchsanweisung zu beachten.

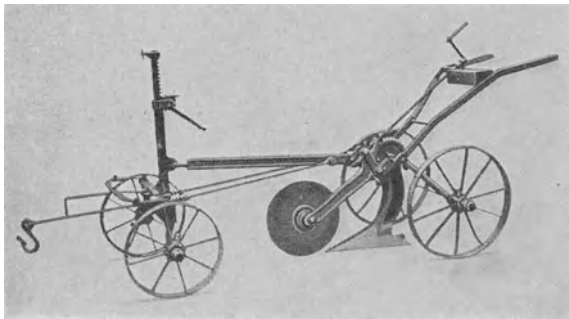
Eine Verbindung mehrerer Arbeitsgänge mit verschiedenen grubberartigen Geräten stellt das Spitzenbergsche Verfahren mit Wühlpflug, Wühlrad, Wühlegge und Wühlgrubber dar (vgl. Abb. 165 a—c). Der Wühlpflug unterschneidet nur den Bodenüberzug in geringer Tiefe, ohne ihn aus seiner natürlichen Lage zu bringen. Das sehr schwere Wühlrad (Gewicht ca. 1000 kg!)

soll diesen dann mit den gebogenen Messern zerkleinern und vermengen. Weitere Arbeit in dieser Richtung besorgen dann noch die kleine, mehr oberflächlich arbeitende Wühlegge (eine Rollegge) und der tiefer greifende Wühlgrubber mit Federzinken. Je nach den Bodenarten kann das eine oder andere dieser Geräte auch weggelassen werden. Übrigens bleibt die Handarbeit nicht erspart, insofern die von den Geräten zerkleinerte und zerrissene Bodennarbe nach Spitzenbergs Anweisungen noch mit

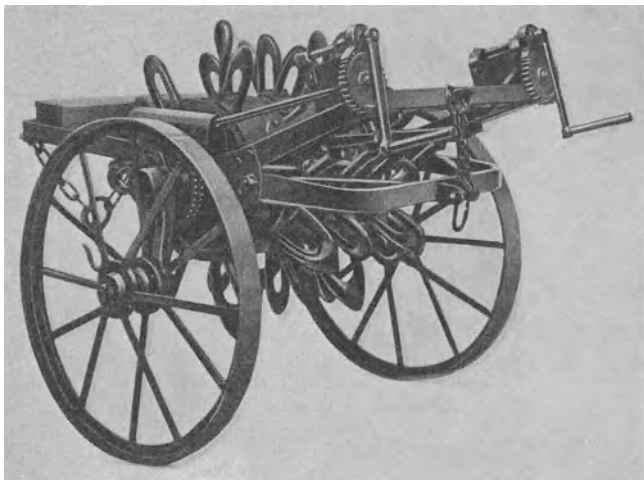
der Dreizinkenhacke gründlich ausgeschüttelt und der ausfallende Humus damit untergehackt werden soll, was je nach der Sorgfalt der Ausführung noch erhebliche Mehrkosten verursacht. (Über die Kostenfrage überhaupt s. weiter unten.) Auch die Spitzenbergschen Geräte, namentlich Wühlrad und Wühlgrubber, verlangen sehr kräftige Bespannung (meist 3—4 kräftige Pferde).

Eine Zerlegung der Bearbeitung in einzelne Arbeitsgänge bezweckt auch der Neumann-Hilfsche Wald- bzw. Gebirgsigel. (Letzterer ist nur eine kräftigere Ausführung des ersteren, die aber für alle stärker verwurzelten und verunkrauteten Böden zu empfehlen ist.) Das

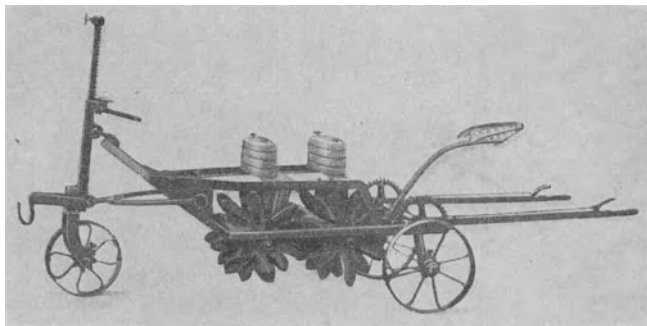
Gerät ist ein Grubber mit Federzinken, welche den Widerständen im Boden nachgeben sollen. Durch die Ausgestaltung verschiedenartiger Scharen, die an



a) Spitzenbergs Wühlpflug.



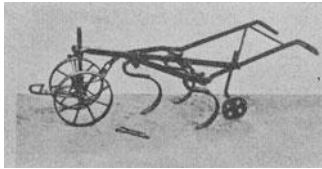
b) Spitzenbergs Wühlrad.



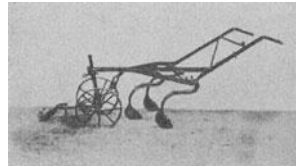
c) Spitzenbergs Wühlegge.

Abb. 165 a—c. Spitzenbergsche fahrbare Wühlgeräte.

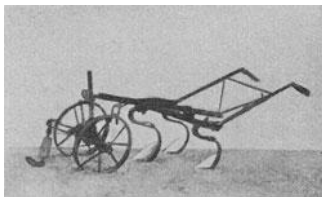
diesen Zinken angebracht und ausgewechselt werden können, soll der jedem Arbeitsgange eigentümliche Zweck besonders erreicht werden. Für die verschiedenen Böden und Bodendecken sind daher bestimmte Verfahren ausgearbeitet, die aus den Gebrauchsanweisungen¹ hervorgehen. Im großen und ganzen lassen sich die Teilarbeiten gliedern in:



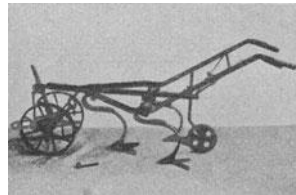
a) Mit Grubberscharen.



b) Mit Streifenschnittscharen.



c) Mit Bodenschnittscharen.



d) Mit Winkelschnittscharen.

Abb. 166 a–d. Der Neumann-Hilfsche Waldigel mit den verschiedenen Arbeitswerkzeugen.
(Aus der Sammlung des Iffa, Eberswalde.)

1. ein Vorschneiden mit den Streifenschnittscharen (Abb. 166 b), die den Bodenüberzug nur, wie der Name schon sagt, in Streifen schneiden;
2. das Abtrennen mit den Grubberscharen, das die Bodendecke etwas von unten und an den Rändern lösen soll (Abb. 166 a);

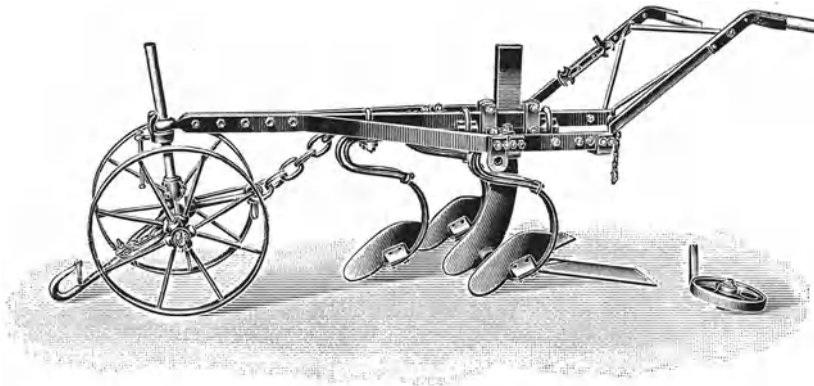


Abb. 167. Gebirgsigel II mit Bodenschnittschar c und Nagelscher Streifenschälchar (Stelzräder abgenommen).

3. das Ausmengen durch Handarbeit mit der Dreizinkenhacke, wobei der Bodenüberzug möglichst in zusammenhängenden Streifen abgehoben, ausgeklopft bzw. ausgeschüttelt und dann beiseitegelegt wird;

¹ Vgl. hierzu das neueste Preisverzeichnis der Firma E. E. Neumann, Eberswalde, das die genauen Anweisungen für die verschiedenen Verhältnisse enthält.

4. das Durchkrümmern, entweder mit den Grubberscharen oder mit Feder-eggenzinken oder auch mit Spatenrollen;

5. die Nacharbeit (Reinigung von Ästen und Einebnen), entweder mit Rechen oder Gliedereggen, die auch schon beim 4. Arbeitsgang angehängt werden können.

Eine Vereinigung des 1. und 2. Arbeitsganges erstrebt die Form der Verbindung von Bodenschnittscharen mit einer breiten Winkelschnittschar, die die Bodendecke voll unterschneiden und loslösen soll (Abb. 167).

An Bespannung genügen im allgemeinen 2 Pferde. Auch diese Bearbeitung erstrebt, wie ersichtlich, möglichste Erhaltung des Humus, Lockerung auf geringe Tiefe (10 bis 15 cm) und Durchmischung des Bodens.

Einen ganz neuen Gerätetyp stellt die in allerjüngster Zeit auch für den Wald benutzte „Bodenfräse“ der Siemens-Schuckert-Werke dar (Abb. 168). Der Antrieb erfolgt hier durch einen Explosionsmotor, der eine Achse mit federnden Zinken in sehr schnelle

Drehung versetzt (1500 Umdrehungen in der Minute) und hierdurch den Bodenüberzug und Oberboden in feinste Teile zerreißt und zerkrümelnt und äußerst locker ablagert (vgl. Abb. 169). Auch hier ergab sich für schwerere Bodendecken eine zweckmäßige Gliederung in Arbeitsgänge mit zwei verschieden gestalteten und leicht auswechselbaren Werkzeugen¹ (Schälhaken [Abb. 170] und Tiefenlockerungshaken [Abb. 168]). Außerdem ist noch eine Häufelvorrichtung anzuhängen, welche den gelockerten Boden nach der Mitte zu einem flachen Damm zusammenbringt, um den

¹ Vgl. Mitt. d. ATF. 1929, H. 2 (Berlin: Verlag d. Dtsch. Forstwirt 1929) mit den Ergebnissen der Prüfungen bei der Arbeit im Walde.

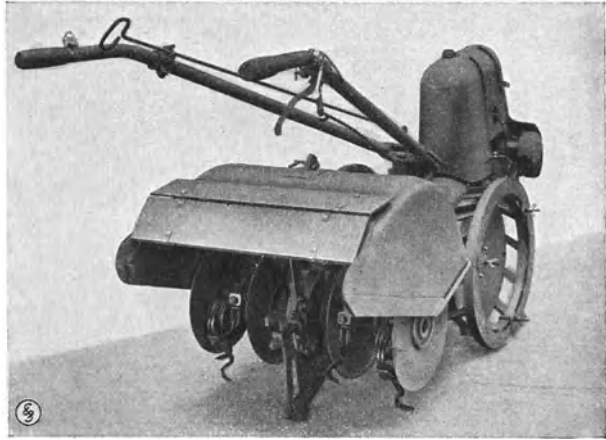


Abb. 168. Siemens-Kleinfräse KV (5 PS) für Forstwirtschaft mit Tiefenlockerungshaken (Gesamtansicht mit Transportradkränzen). Hersteller: Siemens-Schuckert-Werke.

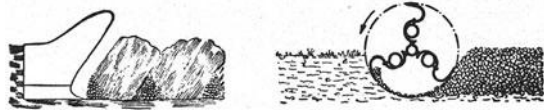


Abb. 169. Vergleich zwischen Pflug- und Fräsarbeit (Schema).



Abb. 170. Siemens-Fräse mit Schälhaken und Waldscheiben. (Aus der Sammlung des Iffa, Eberswalde.)



Abb. 171. Siemens-Fräse mit Häufelvorrichtung.
(Aus der Sammlung des Iffa, Eberswalde.)

jungen Pflanzen von vornherein einen erhöhten Stand über dem Unkraut der Zwischenstreifen zu geben (Abb. 171). In 2 Arbeitsgängen, unter sehr schwierigen Verhältnissen auch in 3 Gängen, läßt sich der nötige Kulturstreifen mit einer Lockerung von 15—20 cm Tiefe herstellen. Das neue Gerät verdient neben anderem auch eine besondere Beachtung wegen der Unabhängigkeit von den oft schwer zur gewünschten Zeit beschaffbaren Gespannkräften im Walde. (Zusammentreffen mit den landwirtschaftlichen Arbeiten.) Eine Bodenfräse mit Gespannantrieb und langsamer Umdrehungsgeschwindigkeit ist die vom Hegemeister Steffen konstruierte Forstfräse. Sie ist bisher nur auf mäßig vergrasteten Böden in der Landsberger Heide erprobt worden¹.

Eine Bodenarbeit nach landwirtschaftlichem Muster und mit landwirtschaftlichen, nur etwas für den Wald veränderten Geräten ist das sog. Vollum-

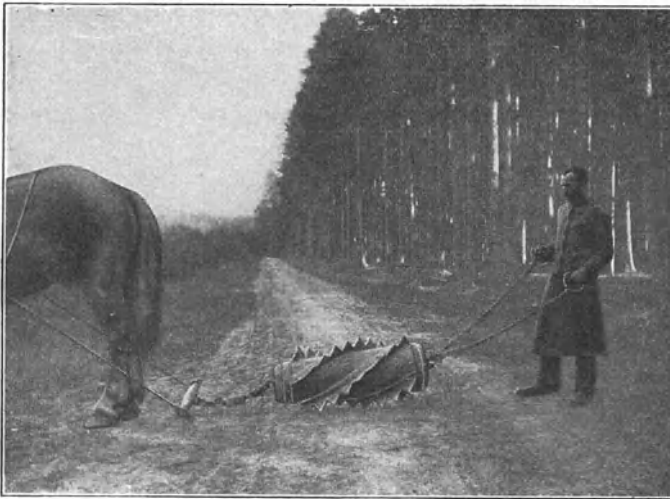


Abb. 172. Der Lindwurm von Forstmeister Auerochs.
Hersteller: Epple & Buxbaum, Nürnberg.

bruchverfahren nach dem System von Keudell-Hohenlubbichow. Die Bodennarbe wird hierbei zunächst mit dem Schwingpflug abgeschält, gewendet und bis zum Abtrocknen liegen gelassen. Dann wird mit Eggen verschiedener Art (Zinken- oder Flülegeggen) die trockene Narbe zerkleinert und ausgemengt. Nach einer Ruhepause von 4—6 Wochen wird

¹ Bezugsquelle: E. Schwartz & Sohn, Berlinchen, Nm. Bericht darüber: Bütow: Kulturen und Maschinen. Z. f. Forst- u. Jagdwes. 1926, S. 317; 1927, S. 30 u. 278.

im Herbst oder Vorwinter die ganze Fläche mit dem Ackerpflug schollig umgepflügt und im Frühjahr geeget und gewalzt. Großer Wert wird auch auf das Freihalten von Unkraut nach der Kultur durch mehrfaches „Igel“ (Behacken mit fahrbaren Hackgeräten) gelegt.

Schließlich seien noch zwei eigenartige, neuerdings erfundene Geräte erwähnt, die sich durch schraubenartig angesetzte Rippen in den Boden einwühlen.

Das eine ist der „Lindwurm“ von Oberforstmeister Auerochs in Heilsbronn (Abb. 172), der mit sägezahnartigen Kämmen den Boden aufreißt und bei seiner schraubigen Drehung in der Längsachse den Boden in einer Breite von 30—50 cm und einer Tiefe bis zu 8 cm verwundet. Er dient insbesondere zur Bodenvorbereitung bei Naturverjüngung und zur Zerstörung von Rohhumusschichten mit gleichzeitiger Kalkdüngung und erfordert nur einpferdige Bepannung¹. Ein ähnliches aber schwereres ganz aus Eisen gebautes Gerät ist die rotierende Wühlschnecke² von Förster Jahn.

Kosten und Bewertung der verschiedenen Bearbeitungsmethoden.

Sowohl in der Kostenfrage wie in der Bewertung der verschiedenen Bearbeitungsmethoden gehen die Angaben und Ansichten heute noch weit auseinander. Die Kosten sind naturgemäß an sich immer starken Schwankungen je nach Stärke des Bodenüberzuges, Verwurzelung, Steingehalt, Witterungsverhältnissen bei der Arbeit u. a. m. unterworfen und können eigentlich nur dort in Vergleich gesetzt werden, wo besondere Versuche auf gleichartigen Böden und nebeneinander ausgeführt worden sind, woran es noch sehr fehlt.

Ähnliches gilt auch für die Bewertung der Arbeit für den Verjüngungszweck. Hier läßt sich nur wenig Sicheres von allgemeinen theoretischen Gesichtspunkten aus sagen. Allein der praktische Kulturerfolg, und hier auch erst der End-erfolg, kann entscheiden! Es kann vorkommen, daß eine sehr gründliche und gute Bearbeitung gegenüber einer weniger gründlichen anfangs Überlegenheit im Wachstum zeigt, daß aber mit zunehmendem Alter mehr und mehr ein Ausgleich stattfindet, wenn die Wurzeln in die unbearbeiteten Bodenschichten treten. Solche Ergebnisse haben z. B. die zahlreichen Düngungsversuche im Walde wiederholt gezeigt. Methoden, die nur anfangs eine Förderung zeigen, brauchen deswegen nicht wertlos zu sein, da sie unter Umständen eine junge Kultur rascher aus dem gefährlichsten Jugendstadium herausbringen. Immer ist daher den Kulturkosten auch noch der Betrag zuzusetzen, der für Nachbesserungen und Kulturpflege ausgegeben werden muß. Aber hierbei kommt es sehr oft nicht nur auf die Art der Bodenbearbeitung, sondern auch auf die Güte des verwendeten Saat- und Pflanzenmaterials, auf die Witterung bei der Kulturausführung u. a. m. an. Dadurch sind viele Trugschlüsse möglich, und ist eine richtige Beurteilung ungeheuer erschwert.

Man hört hier oft den nicht unberechtigten Einwurf, daß billige Methoden sich wegen vieler Abgänge und Nachbesserungen schließlich als teurer herausstellen als die anfänglich kostspieligeren. Das mag vielfach richtig sein, aber allgemein nachgewiesen ist es doch nicht. Es würde eben dazu eine größere Reihe sehr sorgfältig anzulegender Vergleichsversuche notwendig sein, die ganz gleichen Boden, gleiches Saat- und Pflanzenmaterial und gleichen Schutz gegen zufällige Schädigungen (Wildverbiß, Rüsselkäfer, Tortriciden u. a. m.) aufzuweisen hätten. Das ist erfahrungsgemäß äußerst schwer und eigentlich nur durch die Versuchs-

¹ Bezugsquelle: Vereinigte Fabriken landwirtschaftlicher Maschinen, vorm. Epple & Buxbaum, Filiale Nürnberg, Glockenhofstr. 11. Prüfungsergebnisse durch den ATF. 1929, H. 2.

² Bezugsquelle: Maschinenfabrik Gebr. Kreisel, Keula i. d. Oberl.

anstalten durchzuführen, zumal unbedingt eine langjährige Beobachtung anzuschließen ist. Aus allen diesen Gründen sind wir daher bis heute leider überall nur auf Vermutungen und mehr oder minder gut begründete Ansichten angewiesen.

Bezüglich der Kosten (Anfangskosten) liegen aber doch einige in die Augen springende Unterschiede vor, die sich aus der Natur der Sache ergeben: Je gründlicher die Lockerung und Mengung ausgeführt wird, und je mehr hierbei Handarbeit statt Maschinenarbeit zur Anwendung kommt, desto höher werden im allgemeinen die Kosten.

So stellten sich in Biesenthal auf einer Vergleichsfläche die Kosten der Bodenarbeit¹:

- | | | |
|--|-------|--------|
| 1. Spitzberg'sches Wühlverfahren mit fahrbaren Geräten | je ha | 271 M. |
| 2. Hackstreifen mit der Hand | „ „ | 208 „ |
| 3. Hilfsches Gruberverfahren | „ „ | 82 „ |
| 4. Waldpflug mit nachfolgendem Durchhacken | „ „ | 55 „ |

In Chorin (Jg. 95) stellten sich bei einigen von mir angelegten Vergleichskulturen auf graswüchsigen Böden die Kosten je Hektar:

- | | |
|---|--------|
| 1. Spitzberg-Verfahren ² | 180 M. |
| 2. Waldpflug mit Lockern durch den Hilfschen Igel | 81 „ |

Die Nachbesserung der Saat erforderte hier auf der Spitzberg-Fläche 2850 Pflanzen, auf der Waldpflugfläche 2590 Pflanzen, also sogar noch etwas weniger. Die Kosten für Behacken gegen Unkraut waren gleich. Im Stand der allerdings erst 3jährigen Kulturen ist z. Z. kein Unterschied zu bemerken!

Ähnliche Ergebnisse lieferten eine Reihe anderer neuerer Versuche in Chorin und Biesenthal: Überall betrug die Kosten einer intensiven Wühllockerung oder von Handhackstreifen das 2—3fache der Waldpflugarbeit. Wuchsunterschiede lassen sich vorläufig noch nirgends feststellen. Messungen können erst erfolgen, wenn die Versuche etwas älter sein werden.

Das einzige bisher in der Literatur bekanntgewordene Beispiel einer Überlegenheit der Spitzberg'schen Wühllockerung ist das von Dittmar in der Oberförsterei Hochzeit: Dort sind im Jahre 1903/04 Vergleichversuche mit Grabestreifen und Wühlspatenstreifen angelegt worden, die mit 11 Jahren eine Überlegenheit von 21 cm in der Höhe und 1,2 cm in der Stärke gegenüber den Grabestreifen gezeigt haben sollen. Leider scheint nach neueren Mitteilungen der Revierverswaltung die Vergleichsfähigkeit der Flächen zweifelhaft, da ein Teil etwas tiefer liegen soll und wahrscheinlich frischeren Boden hat.

In der neuesten Literatur sind durch Wittich³ Untersuchungen über die Wuchsentwicklung von Waldpflug- und Vollumbruchkulturen in Hohenlübichow veröffentlicht worden, die zwar eine nicht unbeträchtliche Überlegenheit des Vollumbruchs, in den ersten 8—10 Jahren Höhenunterschiede von 0,50—1,00 m (!), ergeben haben, die aber später nachzulassen scheinen. Eine andere Vergleichsfläche⁴ daselbst, auf der nicht wie auf den von Wittich untersuchten Flächen mehrere Jahre lang das Unkraut durch Behacken (Igeln) bekämpft worden war, zeigte dagegen im 15jährigen Alter nur einen ganz unbedeutenden Unterschied, so daß die Überlegenheit im ersten Falle mehr der Unkrautbekämpfung als dem Umbruchverfahren selbst zuzuschreiben ist. Die Kosten des Vollumbruchs bewegen sich natürlich auch zwischen sehr hohen Sätzen, im Durchschnitt nach den Angaben von Herter⁵ zwischen 160—230 M.

¹ Strehlke u. Schmidt: Kosten der Bodenbearbeitung. Biesenthaler Versuchsakten, Abt. W. A. 35, 1926.

² Das Ausmengen und Einhacken des Humus mit der Hand ist hier nicht so gründlich durchgeführt wie in Biesenthal, daher um 90 M. billiger wie dort!

³ Wittich: Untersuchungen über den Einfluß intensiver Bodenbearbeitung auf Hohenlübichower und Biesenthaler Sandböden. Neudamm 1926.

⁴ Lau: Einfluß der Bodenbearbeitung auf das Wachstum von Kahlschlagkulturen auf Hohenlübichower Talsandböden des Grastyps. Z. f. Forst- u. Jagdwes. 1927, S. 257.

⁵ Dtsch. Forstwirt 1925.

Die Waldpflugarbeit ist anerkanntermaßen billig, aber nach Ansicht der Bodenkundler, wie auch mancher Praktiker, schlecht. Ihr wird vor allem vorgeworfen, daß sie den Humus abschält und „nutzlos“ beiseite legt, daß unter den Balken infolge der doppelten Wurzelfilzdecke die Niederschläge zu sehr abgefangen werden, und daß die Pflanzen in der Furche zu tief „im Keller“ stehen, was insbesondere die Schüttegefahr erhöhen soll. Vieles daran scheint zunächst berechtigt, manches aber nur bedingt richtig oder sogar fraglich. Vor allen Dingen ist die Wirkung wohl ganz verschieden zu beurteilen, ob es sich um Grasböden mit einer gleichmäßigeren Humusbeimengung bis in größere Tiefe handelt, die offenbar durch die vielen alljährlich absterbenden feinen Graswurzeln bedingt wird, oder um Böden mit Beerkraut, Heide od. dgl., auf denen oft nur eine scharf abgesetzte Rohhumusschicht obenauf liegt und sich darunter eine ausgelaugte Bleichsandzone befindet. Im letzteren Falle kann wirklich durch den Waldpflug oft der ganze Humus abgeschält werden und die Pflanze in sehr arme Bodenschichten kommen. Im ersteren Falle bleibt aber, namentlich bei flacher Pflugführung, immer noch mehr oder minder humoser Boden beim Abschälen des oberen Grasfilzes übrig. Die „nutzlose“ Beiseitelegung des Humus auf den Balken ist zudem durch die Wittichschen Untersuchungen in ein ganz anderes Licht gesetzt worden, nachdem dieser in zahlreichen Einzelfällen eine rege Zersetzung auf den Balken feststellen konnte. Nach Verschwinden des Graswuchses bei eingetretenem Bestandsschluß kommen die in der Oberfläche festgehaltenen Stickstoffverbindungen dann den Holzpflanzen zugute (Ansteigen der Höhenwachstumskurve bei den Waldpflugkulturen!). Was die sogenannte schädliche Kellerwirkung anbelangt, so ist der Ausdruck schon stark übertrieben. Von Mangel an Licht oder Luft kann namentlich bei breiten und flachen Furchen gar nicht die Rede sein! Stärkere Schüttegefährdung ist vielleicht wegen der etwas größeren Windruhe anzunehmen. Doch haben Vergleichskulturen in Biesenthal und Chorin bisher auch darin keinerlei Unterschied gezeigt. Die mancherlei sichtbaren Schäden, die unsere älteren und auch manche jüngeren Kiefernkulturen zeigen, und die vielen und schwierigen Nachbesserungen, die oft notwendig waren, sind von vielen kritiklos dem Waldpflug als dem s. Z. in Norddeutschland am weitesten verbreiteten Kulturgerät zugeschrieben worden, ohne zu prüfen, ob die Mängel nicht vielfach auf ganz andere Umstände zurückzuführen sind. Man ist sogar so weit gegangen, den Waldpflug als „Idiotenkarre“ und „des Waldes Fluch“ zu bezeichnen! Man hat dabei gänzlich übersehen, daß unter den — man kann ruhig sagen — Hunderttausenden von Hektaren an Dickungen und Stangenhölzern, die unter ihm entstanden sind, sich doch auch eine Menge sehr guter und wuchskräftiger Bestände befinden, die nichts von seiner verderblichen Wirkung spüren lassen. Die Akten über diese Frage sind noch längst nicht geschlossen. Erst exakte Vergleichsversuche, wie sie in letzter Zeit angelegt worden sind, aber noch viel häufiger und vor allem unter den verschiedensten Bodenverhältnissen angelegt werden müßten, werden hier eine klare und endgültige Entscheidung bringen können. Viel zu voreilig hat man sich jedenfalls vielerorts auf die kostspieligsten Maschinen geworfen, die als Neuerungen auf dem Markt erschienen sind, aber bald als unbrauchbar verworfen werden mußten und heute als „Maschinenfriedhöfe“ die Schuppen der Oberförstereien verunzieren. Große Mengen unnötiger Kulturgelder sind an Methoden vergeudet worden, deren Überlegenheit noch in keiner Weise feststand. Hier liegt noch ein großes Tätigkeitsfeld für die Forstlichen Versuchsanstalten, insbesondere in Norddeutschland, für das diese Fragen von allergrößter Wichtigkeit sind. Man sagt so leicht, das Bessere ist des Guten Feind, vergißt aber dabei nur zu oft, daß das Bessere sich erst wirklich als solches zu erweisen hat!

9. Kapitel. Bedingungen und Verfahren der natürlichen Verjüngung.

Die Naturverjüngung kann erfolgen 1. durch Samenabfall, und zwar a) unter dem Schirm eines Mutterbestandes, b) durch Anflug von der Seite her, 2. durch Ausschlag an Teilen des alten, abgetriebenen Bestandes, und zwar a) am Stock (das Gewöhnliche), b) an Schaft oder Ästen (Kopfhholz- und Schneitelbetriebe) und c) aus den Wurzeln (Wurzelbrut).

Die Ausschlagverjüngung wird zweckmäßigerweise erst bei den einzelnen Betriebsformen (Niederwald) behandelt werden. Wir werden uns hier zunächst nur mit der Samenverjüngung, und zwar mit dem weitaus häufigsten Fall, der Besamung unter Schirm, beschäftigen.

Wir haben im ersten Teil bereits erfahren, daß der Wald sich überall da, wo seine standörtlichen Bedingungen überhaupt gegeben sind, nicht nur dauernd verjüngt, sondern daß er sogar nach seiner Vernichtung durch Katastrophen sich immer wieder von selbst herstellt. Man sollte danach denken, daß die natürliche Verjüngung auch im Wirtschaftswald eigentlich ein leichtes sein müsse. Wir haben aber auch schon mehrfach darauf hingewiesen, daß die natürliche Verjüngung im Urwald unendlich langsam und schrittweise vor sich geht und auch so vor sich gehen kann, da der Abgang im Altholz sich ebenso langsam vollzieht. Wenn wir heute schätzungsweise vielleicht das 5—10fache aus dem Walde herausholen, so müssen wir auch entsprechend rascher Nachwuchs haben. Und noch manches andere kommt hinzu: die lockerere Erziehung, die wir heute unseren Beständen geben müssen, damit sie rascher starke, von der Wirtschaft verlangte Dimensionen liefern, bringt auch bei vorsichtigster Wirtschaft fast jeden Bestand hart an die Grenze der Verunkrautung und damit an das schlimmste Hemmnis einer glatten Verjüngung. Die breitkronigsten und ästigsten Stämme müssen wir heute wegen ihrer Nutzholzuntauglichkeit frühzeitig entfernen, trotzdem gerade sie am regelmäßigsten und reichlichsten Samen liefern u. a. m. Es gibt trotzdem auch heute noch im Wirtschaftswald glückliche Fälle, wo die natürliche Verjüngung leicht ankommt und rasch weiterläuft, aber in vielen anderen Fällen ist sie aus den obenerwähnten Gründen schwierig geworden, in manchen anderen sogar unmöglich, wenn man nicht unwirtschaftliche Opfer bringen will.

Dies braucht durchaus nicht auf technischen Fehlern oder einem Rückgang des Bodens zu beruhen. Auf Grund langjähriger forstgeschichtlicher Quellenstudien habe ich den Eindruck gewonnen, daß man sich in früheren Zeiten bei der Naturverjüngung oft mit sehr viel lückigeren und unvollkommeneren Jungwüchsen begnügt hat, als wir dies heute tun und wegen der intensiven Nutzholzwirtschaft unserer Zeit auch tun müssen! Es ist daher durchaus fraglich, ob die Naturverjüngung ehemals wirklich viel besser gelaufen ist!

Die Voraussetzungen der Naturverjüngung liegen einmal im Boden, andererseits im Bestand. Der Boden muß hinreichend aufnahmefähig, „fänglich“ sein, um den abfallenden Samen aufzunehmen. Er muß auch den jungen Pflanzen günstige Bedingungen für das „Fußfassen“ gewähren, d. h. er darf ebensowenig eine Verunkrautung wie eine unzersetzte, dicke Streu- oder Rohhumusaufgabe zeigen. Der Bestand muß ferner alt genug (mannbar) sein und gut ausgebildete und belichtete Kronen haben, um genügend Samen zu liefern. Er muß genügenden Schirm gegen Spätfrostgefahr bieten, darf aber auch durch Schatten- oder Wurzelkonkurrenz nicht den Jungwuchs zu sehr bedrängen (Druckwirkung). Wir sehen also, daß es hier immer leicht ein Zuviel und Zuwenig gibt, und daß das Richtige gewissermaßen immer auf des Messers Schneide steht. Daher verlangt Naturverjüngung immer vom Wirtschaftler aufmerksamste Beobachtung und feinstes Fingerspitzengefühl!

Die Naturverjüngung unter Schirm. Die Hiebsmaßnahmen und das Vorgehen, das wir bei jeder Art der Naturverjüngung unter Schirm anwenden, kann man zweckmäßig nach alter Schule in mehrere Stufen zerlegen, obwohl in der Ausführung heute häufig die eine in die andere übergeht oder mit ihr verbunden wird.

Zunächst die sog. Vorbereitung. Diese soll sich sowohl auf den Boden wie auf den Bestand beziehen. Der Boden soll jenen Zustand einer ganz leichten Begrünung zeigen, der die eingetretene Gare anzeigt, aber noch keine fühlbare Verunkrautung bedeutet. „Von ferne grün, in der Nähe braun!“ (vgl. S. 367).

Ein Teil dieser Aufgabe, und zwar der Hauptteil, fällt der Axt zu, die bei der Naturverjüngung das wichtigste Kulturwerkzeug ist. Der Bestand ist genügend locker zu stellen, so daß Licht und Wärme an den Boden gelangen können und die Streu zur Zersetzung kommt. Andererseits hat die Axt dort zurückzuhalten, wo die Begrünung zu stark zu werden droht. Hier muß man die Kronen wieder „zusammenwachsen“ lassen, damit der Boden mehr beschattet wird. Allerdings ist ein Zuviel schwerer rückgängig zu machen, als ein Zuwenig vorwärts zu bringen. Sehr günstig ist in dieser Vorbereitungsstufe eine unterständige Schicht im Bestande, die gepflegt und erhalten werden sollte. Die älteren Regeln, alle unterständigen Stämme schon bei der Vorbereitung herauszuhauen, müssen als gefährlich und in vielen Fällen als unrichtig bezeichnet werden.

In früherer Zeit, wo man den Bestand bis zum Eintritt der Hiebsreife ängstlich dunkel und geschlossen hielt, hat man die Vorbereitungsstellung durch besondere Vorbereitungshiebe, in Süddeutschland auch Vorhiebe genannt, kurz vor der Verjüngung herzustellen gesucht und etwa 10—20% der Masse des geschlossenen Bestandes entnommen. Ein solcher einmaliger starker Eingriff ist aber immer gefährlich. Oft wurden die Vorbereitungshiebe nur zum Zweck der Etatserfüllung eingelegt oder zu stark gegriffen. Sie waren mehr Verlegenheits- als Vorbereitungshiebe¹. Heute steht man mit Recht auf dem Standpunkt, daß die Vorbereitungsstellung langsam und allmählich einzuleiten ist, und daß sie sich ohne besondere Eingriffe aus der vorangegangenen Bestandserziehung (Durchforstungen) von selbst zu entwickeln habe. Selbstverständlich ist alles Mißwüchsige und Kranke, sind alle für die Verjüngung unerwünschten Holzarten, soweit sie stärker vertreten sind und die Hauptholzart gefährden, spätestens bis zum Abschluß der Vorbereitungsstufe zu entfernen, soweit dies der Schlußstand zuläßt (so z. B. Birken, Aspen, Hainbuchen, auf Kalk auch vielfach Spitzahorn, Maßholder, selbst manchmal die Esche).

Die Vorbereitung soll auch bei windgefährdeten Holzarten die später freizustellenden Samenbäume durch langsame Gewöhnung an den Freiland sturmfest zu machen suchen. Meist sind die an sich schon vorwüchsigen stärkeren Bäume hier am widerstandsfähigsten. Sie bilden, wie man gesagt hat, das Knochengerüst des Bestandes und müssen deshalb gehalten und durch vorsichtige Umlichtung gepflegt werden. Im Notfall ist es bei Windgefahr besser, selbst einige rauhe und schlechte Vorwüchse stehen zu lassen, als kurz vor Eintritt der Verjüngung Löcher in den Bestand zu schlagen und ihm seine Standfestigkeit zu rauben.

Die zweite Stufe ist die der Besamungsstellung. Diese wird dem Bestand in der Regel erst in einem Samenjahr durch einen stärkeren Eingriff, den

¹ Rebel spricht sehr treffend vom Vorbereitungshieb als „jener Hiebsart mit der gedankenlosen Begriffsbestimmung und mit dem verführerischen Namen, dessen proteusartige Ausführung, statt vorzubereiten, gar zu leicht alles zu verderben pflegt“. Waldbauliches aus Bayern Bd. 2, S. 50.

sog. Samenschlag, gegeben, sobald der Umfang und die Güte des Samen-ertrages feststehen. Beim Nadelholz genügt fast immer die Menge des Zapfen-behanges für diese Feststellung, da der Same meist gut ist. Bei Eiche und Buche aber findet sich vielfach starke Taubheit, die täuschen kann. Beurteilen kann man die Güte bei diesen daher erst nach dem Abfall im Oktober, und auch erst bei Einsetzen des Hauptabfalles (gewöhnlich nach den ersten Frösten), da die zuerst abfallenden Früchte immer taub oder wurmstichig zu sein pflegen.

Die Besamungsstellung soll in erster Linie dem künftigen jungen Aufschlag das nötige Licht zur Keimung und zum ersten Anwachsen gewähren. Der Samenschlag selbst dient aber durch die Fällungsarbeiten, den Tritt der Holzhauer, das Herausrücken des Holzes auch der Bodenverwundung. Ja, bei den früh abfallenden Holzsaamen, wie Eiche, Buche und Tanne, wird hierdurch sicher auch vieler Same „untergebracht“, d. h. bedeckt und übererdet.

Reicht diese Verwundung, wie besonders bei stärkerem Unkrautwuchs, vor-aussichtlich nicht aus, so ist eine Bodenbearbeitung auf künstlichem Wege zu Hilfe zu nehmen. Hierfür war früher im Schweineeintrieb ein kostenloses weitverbreitetes Mittel gegeben. Die Schweine wurden entweder nur vor Ein-tritt des Hauptabfalles oder nur kurz in den Abendstunden nach vorheriger Sättigung in die Samenschläge gelassen. Da die Schweineweide leider heute wegen der ungeeigneten kurz- und weichrüsseligen Rassen und anderer Um-stände fast ganz abgekommen ist und trotz immer wiederholter Versuche kaum wieder einföhrbar scheint, so müssen Bodenbearbeitungsgeräte an ihre Stelle treten. Meist genügen hierzu die leichteren Arten, wie Rolleggen, Igel und Grubber, in streifen- oder kreuzweisem Gang.

In vielen Fällen und in manchen Gegenden (z. B. in Dänemark und Mecklenburg) geht man heute bei der Buchenverjüngung sehr weit damit. Die Bodenbearbeitung kostet dort heute schon ebensoviel und mehr wie bei einer künstlichen Verjüngung. Vielfach wendet man sogar zur besseren Zersetzung von etwaigem Rohhumus noch gleichzeitig Kalkdüngung an und bearbeitet den Boden sogar wiederholt, womit freilich sehr schöne und volle Verjüngun-gen erzielt werden, die Kosten aber auch auf eine Höhe anwachsen, daß die Wirtschaftlichkeit vielfach in Frage gestellt erscheint¹.

Der Samenschlag hat vor allen Dingen den gleichmäßigen Überhalt gut bekronter Samenbäume zu erstreben. Denn selbst da, wo dieser Schlag erst nach dem Samenabfall erfolgt, muß man doch wegen der Unsicherheit des Gelingens immer noch auf spätere Nachbesamung Rücksicht nehmen. Sehr schwere und breitkronige Stämme werden aber doch herauszunehmen sein, da sie bei der späteren Fällung zuviel Schaden anrichten und zu starken Schirm-druck ausüben. Auch sehr tief beasteter Unterstand muß jetzt verschwinden. Sonst ist aber auch hier die Belassung einer Anzahl schwächer bekronter und unterständiger Stämme durchaus empfehlenswert, da sie bei einem Fehlschlag den Boden mit decken helfen, andererseits bei Gelingen leicht entfernt werden können, ohne selbst den zartesten Jungwuchs zu beschädigen. Gerade durch das Fehlen dieses leichten unteren Schirms wirken sich viele beim ersten Male miß-lungenen Samenschläge leider oft so übel aus. Die Schlußstellung soll jedenfalls im Anfang lieber zu dunkel als zu hell sein. Aller Jungwuchs ist in den ersten Jahren schattenertragender, als man denkt. Zu licht gestellte Samenschläge, auf denen die Verjüngung beim ersten Male nicht gleich gerät, sind in der Folge fast immer eine stete Quelle von Enttäuschungen und von Verdruß für den Wirtschaftler. Ja, bei ausgesprochenen Schatthölzern wie Buche und Tanne kann

¹ Vgl. Bericht über die Versammlung d. dtsh. Forstver. in Rostock 1926. Ausflug nach Tarnow. Die Gesamtkosten der Bearbeitung betragen dort 120, ja sogar bis 200 M. je Hektar.

man auf tätigen, stets zu starker Verunkrautung neigenden Böden sogar so weit gehen, von einer eigentlichen Besamungsstellung, die man im allgemeinen bei vorsichtiger Handhabung auf 0,6—0,7 des Vollbestandes annimmt, überhaupt abzusehen und die volle Besamung in der Vorbereitungsstellung abzuwarten. Bei der Weißtanne wird das in Süddeutschland auch heute schon verschiedentlich so gemacht (vgl. z. B. die Wirtschaft in Langenbrand, S. 532), bei der Buche, die es wahrscheinlich ebenso erlauben würde, werden die Samenschläge noch vielfach zu licht gestellt.

Das Ideal der Naturverjüngung war früher die Vollbesamung aus nur einem Samenschlag heraus. Das ist auch heute noch vielfach der Fall, wie z. B. in der klassischen Buchenwirtschaft in Dänemark. Aber auch hier zeigen sich Ansätze zu einem Wechsel der Anschauungen. Namentlich da, wo man, dem Zuge der Zeit folgend, auch bei der Naturverjüngung mehr mit kleinen Flächen arbeitet, wie in Süddeutschland bei Tanne und Fichte, pflegt man nicht mehr mit einem Samenschlag alles auf eine Karte zu setzen und rechnet von vornherein mit mehreren Samenjahren, Nachmasten und Sprengmasten. Wo Mischbestockung gegeben ist und wieder das Ziel bildet, ist das sowieso notwendig, da die verschiedenen Holzarten ja selten im gleichen Jahre Samen tragen.

Eine besondere Maßregel ist die sog. „Musterung der Vorwüchse“, d. h. die Prüfung, was von vereinzelt oder gruppenweise angekommenem älteren Naturaufwuchs in die Verjüngung zu übernehmen ist. Geschlossene und an den Außenrändern sanft abfallende Vorwuchsgruppen oder Horste wird man selbstverständlich nie entfernen, obwohl es früher auch hier nicht an Wirtschaftlern gefehlt hat, die alles glatt wie einen Tisch haben wollten. Bei Horsten mit Steilrändern oder älteren Gruppen und bei Einzelvorwüchsen wird sich die Entscheidung von Fall zu Fall zu richten haben. Besonders die verschiedenen Holzarten verlangen hier eine besondere Beurteilung. Am weitesten kann man in der Belassung jedenfalls bei der Tanne gehen, die sich oft noch nach jahrzehntelangem Schattendruck erholt und keine sperrigen und schlechten Formen bildet. Sehr viel ungünstiger verhält sich schon die Buche, die sich zwar gut erholt, aber meist zu breitästigen, unleidlichen Vorwüchsen entwickelt (Protzen oder Wölfe). Am allerungünstigsten verhält sich die Kiefer, die sich schlecht erholt, und wo sie dies tut, ebenfalls zum ästigen Sperrwuchs, zur „Kussel“ wird (wenigstens die deutsche Tieflandskiefer; in den nordischen Ländern wächst die Kiefer auch in solchen Fällen weit schlanker als bei uns).

Ist die Verjüngung gelungen, so tritt der Bestand schließlich in die Stufe der Lichtung (Nachlichtung oder Nachhieb). Ihre Aufgabe ist a) Befreiung des Jungwuchses von der Druckwirkung des Mutterbestandes unter vorläufiger Erhaltung seiner Schirmwirkung, soweit das noch nötig ist (Frost, Sonnenbrand, Dürre); b) Abschluß bzw. Ergänzung der Verjüngung auf Fehlstellen und Lücken durch Nachbesamung; c) Ausnutzung des Lichtungszuwachses am Altbestand, soweit die Verjüngung dies zuläßt.

Zu a (Befreiung des Jungwuchses): Jede Beschirmung von oben hält das Jugendwachstum zurück, bei den Lichthölzern stärker, bei den Schatthölzern geringer. Auch die Wurzelkonkurrenz ist im Umkreis des Kronentraufes fast immer deutlich zu spüren, besonders bei Buche und Fichte, aber fast ebenso auch bei Kiefer auf trockneren Standorten.

In den an sich glänzenden Naturverjüngungen der Kiefer in Bärenthoren stellte Wiedemann¹ auf Grund vergleichender Messungen unter Schirm und im Freistand für 30jährige Schattenkiefern 4,2 m Höhe (= V. Bonität), für 26jährige Anflüge, die vor etwa 18 Jahren

¹ Wiedemann: Die Kiefernaturverjüngung in der Umgebung von Bärenthoren. Z. f. Forst- u. Jagdwes. 1926. S. 287.

freigestellt waren, 6,4—8,4 m (= III. Bonität), für 16jährige im Freiland aufgewachsene Pflanzkiefern dagegen 4,7 m (= II. Bonität) fest!

Nur da, wo frostempfindliche Holzarten, wie Tanne und Buche, vorliegen, kann das Zurückbleiben unter Schirm u. U. durch den Schutz gegen Spätfrostbeschädigungen wieder ausgeglichen werden. Die wohltätigen Schirmwirkungen gegen Sonnenbrand und Dürre, die so oft hervorgehoben werden, sind dagegen noch eine ziemlich unbewiesene Sache. Allerdings zeigen plötzlich freigestellte junge Buchen, Tannen und Fichten anfangs oft eine etwas fahle, gelbliche Farbe der Blätter, was man auf Schädigung des Blattgrüns durch das grelle Sonnenlicht zurückführt. Aber im ganzen sind solche Fälle doch selten. Ein Dürwerden, Vertrocknen auf freier Fläche gegenüber Frischbleiben unterm Schirmstand ist wohl kaum je nachgewiesen.

Schon die Ramannschen Untersuchungen¹ über den Feuchtigkeitsgehalt des Bodens in der Hauptwurzelzone in Freilage gegenüber dem Bestandesschirm sprechen dagegen, da während des ganzen Sommers der geringere Feuchtigkeitsgehalt gerade unter dem Bestand und der höhere in der Freilage gefunden wurde.

Jedenfalls antwortet im allgemeinen jeder unter Schirm erwachsene Jungwuchs auf eine Lichtung alsbald mit verstärktem Höhenwachstum.

Für den Grad der Nachlichtung soll immer das Bedürfnis des Jungwuchses entscheidend sein.

Borggreve hat in seiner „Holzzucht“ die ganz allgemeine Regel aufgestellt, daß der Nachwuchs aller unserer wertvollen Holzarten i. d. R. auf allen Standorten(?) bis zur Kniehöhe die Beschirmung von reichlich zwei Drittel seines eigenen, vollen Mutterbestandes, und dann bis zur Mannshöhe die von reichlich einem Drittel ertrage. Eine so allgemeine gleichmäßige Abgrenzung läßt sich aber wohl nicht „für alle Standorte“ (Klimalagen und Böden) geben. In kühleren Gebieten und auf ärmeren trockneren Böden muß der Jungwuchs rascher vom Oberholz befreit werden wie in umgekehrten Fällen.

Ein aufmerksamer Wirtschaftler wird seinen Verjüngungen am Gang des Höhenwuchses und am Schattenhabitus der Pflanzen (vgl. Teil I, S. 147) schon ansehen, wie stark er mit den Lichtungen gehen muß oder zurückhalten kann. Lichthölzer, wie Kiefer und Eiche, verlangen rascheres, Schatthölzer, wie Buche und Tanne, ertragen langsames Vorgehen oder verlangen dies sogar wegen ihrer Frostgefährdung. Diese bedingt auch ein wechselndes Maß der Eingriffe je nach der Geländeausformung (Frostlage).

Ebensowenig wie sich ein zahlenmäßiges Maß für den Grad der Lichtstellung im Nachhiebsstadium geben läßt, kann man die Häufigkeit und die Zeit der Wiederkehr der Lichtungshiebe fest bestimmen. Neben Lichtbedürfnis und Frostgefahr spielt hier auch die Frage der Fällungs- und Rückeschäden mit hinein. Die bei den Lichtungshieben unter der Axt fallenden Bäume schlagen ja in dieser Zeit immer in den unterstehenden Jungwuchs. Sie knicken und brechen die getroffenen Stämmchen um so mehr, je höher diese sind. Die Holzarten sind hier verschieden spröde. Tanne und Fichte sind geschmeidiger, auch die Buche ist noch verhältnismäßig günstig, Eiche schon sehr viel weniger, und die Kiefer zeigt auch hier wegen ihrer Brüchigkeit und der schlechten Form ihrer Ausheilung das ungünstigste Verhalten. Eine vorsichtige Ausführung der Haltungen bei Schnee und weichem Wetter (nie bei Frost!), geschickte Holzhauer, die Anwendung von Hilfsmitteln, um die Fallrichtung zu bestimmen (Keile, Baumwinden, Flaschenzüge, Waldteufel u. a.), u. U. sogar ein Aufästen oder Abwipfeln besonders schwerer Stämme (Poldern, Kronenabschlußverfahren) kann zwar viel mildern, aber den Schaden doch nie ganz vermeiden. Eine alte, oft erhobene Frage ist die, ob es besser ist, die Entnahme auf wenige stärkere Hiebe zu beschränken oder lieber auf mehrere schwache zu verteilen, in ein Scherzwort

¹ Vgl. Teil I, S. 133.

gefaßt, ob man dem Hunde den Schwanz stückweise abhauen soll oder mit einem Male! Eine allgemein gültige Antwort hierauf läßt sich auch hier kaum geben. Es wird von den Umständen des einzelnen Falles abhängen. Zumeist steht man heute mehr auf dem Standpunkt möglichst schwacher Einzeleingriffe. Mehr Schaden als die Fällung verursacht oft das Herausbringen des Holzes an die Wege, das sog. Rücken. Auch hier vermag eine möglichst sorgfältige Technik (Festlegung von bestimmten Schleifwegen, Anwendung von Rückwagen und Rückschlitten u. a. m.) den Schaden zu beschränken. Besondere Beachtung verdient dabei die räumliche Ordnung des Verjüngungs- und Hiebsfortschrittes, die darauf abzielt, durch saum- oder streifenweises Vorgehen die Fällung und das Rücken immer möglichst von der Verjüngung weg und nicht durch sie hindurchzuführen (vgl. dazu die besonderen Betriebsformen des Hochwaldes S. 526). Alles in allem stellt der Fällungs- und Rückebetrieb eine starke Belastung und u. U. auch eine ernste Gefährdung der ganzen Naturverjüngung dar, und zwar um so mehr, wenn diese an sich nicht sehr voll ist. Es gilt daher als Regel, bei ungleicher Verjüngungsdichte die Stämme lieber ins Volle zu werfen als auf locker bestockte Stellen. Wo aber vollständige Fehlstellen vorliegen, wird man natürlich die Stämme auf diese lenken. Bei großer Verjüngungsfreudigkeit kann die Schädigung jedenfalls recht bedeutungslos werden. Daraus ergibt sich auch die verschiedene Stellungnahme der Praxis zu diesen Fragen.

Zu b (Ergänzung der Verjüngung durch Nachbesamung): Eine Nachbesamung von Lücken und Fehlstellen in der Lichtschlagstellung findet zwar in günstigen Fällen durchaus statt, aber allzuviel darf man davon nicht mehr erwarten. In der Hauptsache sind es nur die Lichthölzer und Weichhölzer, die noch anfliegen und die Lücken füllen (Birke, Aspe, Sahlweide, auch Kiefer und Lärche). Man soll also von vornherein hierauf Bedacht nehmen und sich einige Samenbäume davon auf der Fläche erhalten, wo man kann. Im allgemeinen ist langes Zuwarten vergeblich und meist vom Übel. Oft muß die Ergänzung doch durch künstliche Verjüngung erfolgen. Hier bietet sich dann auch noch eine Gelegenheit zur Bestandesmischung durch Einbau wertvoller Holzarten. Besonders eignen sich dazu raschwüchsige Arten, da der Vorsprung, den die natürliche Verjüngung hat, einigermaßen eingeholt werden muß (Eiche, Esche, Ahorn, Lärche). Leider sind dies alles Lichtholzarten, und ihre Einbringung ist daher immer nur in der ersten Zeit möglich, wenn der umgebende Anwuchs noch nicht zu hoch ist. Eine ganz hervorragend geeignete Holzart, die hier noch lange nicht genügend beachtet und verwendet wird, ist die Douglasie. Sie ist ja eine der wenigen Holzarten, ja man kann fast sagen, die einzige, die mit Schattentfestigkeit auch ein rasches Jugendwachstum verbindet. Sie wäre grundsätzlich überall der meist als Lückenbüßerin verwendeten Fichte vorzuziehen. Alle Reviere mit Naturverjüngung sollten sich dauernd mit einem ausreichenden Vorrat an kräftigen Douglasienpflanzen versehen, um die Ergänzungen mit diesen ausführen zu können. Oft scheint die richtige Erkenntnis vorhanden zu sein, aber die altgewohnte Erziehung großer Vorräte an vierjährigen verschulten Fichten drängt zur Verwendung dieser an Stelle der viel besser geeigneten Douglasie. Hier fehlt es also der richtigen Einsicht oft nur an der richtigen Voraussicht und planmäßigen Vorbereitung! Die Auspflanzung soll natürlich erst dann und nur dort vorgenommen werden, wo keine weiteren Fällungs- und Rückeschäden mehr zu erwarten sind. Sie soll auch nicht zu ängstlich jede kleinste Lücke umfassen, auf der die Pflanzung dann doch keine Aussicht mehr hat, mitzukommen (vgl. Abb. 206). Dieses „Zustopfen“ kleinster Fehlstellen bedeutet nur unnütz vergeudete Kulturgelder. Ebenso soll man aus gleichen

Gründen auch bei größeren Lücken mit der Auspflanzung nicht zu nahe an die Ränder der umgebenden höheren Naturverjüngung herangehen.

Zu c (Lichtungszuwachs am Altholz): Es ist ein alter Gedanke, der in der Neuzeit eine kräftige Belebung erfahren hat, daß man die Lichtschlagstellung dazu ausnützen soll, um an den übergehaltenen Schirmbäumen noch einen verstärkten Lichtungszuwachs zu erzeugen und so die Wertproduktion auf der Fläche noch möglichst lange hochzuhalten, bevor sie dann eine Zeitlang nur junges Holz trägt, das vorläufig keine Erträge bringt. Der Gedanke ist richtig, sofern er nicht übertrieben wird. Wir haben an anderer Stelle (S. 366) schon darauf hingewiesen, daß es grundsätzlich falsch ist, den Jungwuchs und seinen Zuwachs für wertlos zu halten. Es ist in jedem Falle abzuwägen, ob die Verzögerung, die der Jungwuchs unter Schirm erleidet, und die Schäden, die eine späte Räumung des Oberstandes durch Fällung und Rücken bringt, durch den Lichtungszuwachs ausgeglichen werden oder nicht. Es fehlt leider noch an genaueren Untersuchungen hierüber.

Die Feststellungen von Wiedemann über die Wuchsverzögerung der Kiefernaturverjüngung unter Schirm in der Umgebung von Bärenthoren¹ und die Untersuchungen von Haufe² über den unzuverlässigen Lichtungszuwachs an Fichtenschirmbäumen während des Verjüngungszeitraumes bedeuten vorläufig nur Anfänge und behandeln nur einzelne Teilfragen ohne volle gegenseitige Abwägung. Diese Untersuchungen haben aber schon Ergebnisse geliefert, die einigermaßen vorsichtig stimmen sollten.

Auch hier werden die Verhältnisse verschieden liegen: Da, wo es sich im Oberholz um eine sehr wertvolle Holzart handelt, die in größeren Stärken höher bezahlt wird, wie etwa die Eiche, und im Jungwuchs um eine Schattenholzart, die wenig durch Schirmdruck leidet, wie etwa die Buche, wird zweifellos die Abwägung zugunsten eines langen Überhalts führen müssen, im umgekehrten Fall aber wieder zum Gegenteil. Dazwischen wird es Mittelfälle geben, wo die Entscheidung unsicher wird. In solchen ist es richtiger, das Bedürfnis des Jungwuchses in den Vordergrund zu stellen.

Selbstverständlich müssen zum Zweck einer Ausnutzung des Lichtungszuwachses nur tadellose Nutzholzstämmen in nicht zu hohem Alter mit genügend ausgebildeten Kronen ausgewählt werden. Im allgemeinen eignen sich dazu ebensowenig die schwächeren Stämme, die meist an sich weniger zuwachs-tüchtig sind, und andererseits auch nicht die stärksten, die schon die gewünschten Durchmesser haben, sondern besonders jene mittleren Stärken, welche noch Aussicht haben, bis zum Abschluß der Schirmstellung eine höhere Stärkestufe zu erreichen, die ja häufig bei einer bestimmten Durchmessergränze einen besseren Preis für den Festmeter bringt. Die Auswahl solcher mittleren Stämme gewährt auch den Vorteil schwächeren Schirmdrucks und geringerer Fällungsschäden.

Im allgemeinen läßt man die Lichtungshiebe etwa alle 2—3 Jahre folgen. Der erste Hieb über dem angekommenen Jungwuchs wird häufig als Kräftigungshieb bezeichnet. Es gilt als Regel, ihn nicht gleich im ersten Jahre einzulegen, weil die jungen Keimpflanzen dann noch zu schwach bewurzelt sind und bei den Fällungs- und Rückarbeiten zu leicht herausgerissen werden. Den letzten Hieb, der den Rest des Schirmstandes über dem Jungwuchs entnimmt, nennt man Räumungshieb. Die Zeit vom ersten Besamungshieb bis zu diesem Räumungshieb bezeichnet man als Verjüngungszeitraum. Da diese Zeit bei größeren Wirtschaftseinheiten (Beständen) nicht auf allen Teilflächen gleich ist, so ergibt sich ein spezieller und ein allgemeiner Ver-

¹ Z. f. Forst- u. Jagdwes. 1926, S. 287.

² Haufe: Fichtennaturverjüngung am Blendersaumschlag in Gaildorf. Mitt. d. sächs. forstl. Versuchsanst. 1927.

jüngungszeitraum und man versteht unter ersterem nur die Zeit, die über der einzelnen, gleichzeitig in Verjüngung getretenen Teilfläche bis zur Räumung vergeht, unter allgemeinem Verjüngungszeitraum aber diejenige Zeit, die bis zur Räumung der ganzen Wirtschaftseinheit erforderlich ist.

Im allgemeinen ist der spezielle Verjüngungszeitraum bei den Lichthölzern, wie Kiefer und Eiche, nur kurz (5—10 Jahre), bei Buche und Fichte länger (10—15 Jahre) und am längsten bei der Weißtanne (15—20 Jahre). Doch kommen bei den Schatthölzern und besonders bei der Tanne in gewissen Betriebsarten noch wesentlich längere Verjüngungszeiten vor. Der allgemeine Verjüngungszeitraum richtet sich meist ganz nach dem flächenweisen Vorgehen des Hiebes und wird durch die besonderen Betriebsformen bestimmt (Näheres daselbst).

Die Naturverjüngung durch Seitenbesamung. Diese Form kommt eigentlich nur bei den leichtsamigen Holzarten mit zeitweilig großem Samenertrag, namentlich der Kiefer und Fichte, in Betracht, und auch dort nur, wo große Verjüngungsfreudigkeit durch Klima und Boden gegeben ist. Bei uns wird sie wegen der Ungunst dieser Verhältnisse heute nur noch selten angewendet.

Solche bemerkenswerten Ausnahmefälle sind auch neuerdings wieder für die Kiefer in Minden i. Westf.¹ und in Ütze im Lüneburgischen² bekanntgegeben worden. Auch in der Oberförsterei Wildeck im Bez. Kassel habe ich solche gesehen. Friedrich der Große hatte die Seitenbesamung s. Z. für die preußischen Kiefernforsten ganz allgemein angeordnet. Der Versuch wurde aber sehr bald wegen der unbefriedigenden Erfolge wieder aufgegeben. In den nordischen Ländern, in Polen und Rußland, soll diese Art der Naturverjüngung dagegen noch heute bei Kiefer und Fichte viel in Übung sein und teilweise gute Erfolge aufzuweisen haben.

Im allgemeinen macht man hierbei nur schmale Kahlschläge von etwa 30 m Breite und läßt zur Ergänzung der Besamung meist auch noch einige Überhälter stehen. Vielfach wird auch die Streu vorher abgegeben, und meist werden alle Stöcke auf der Fläche gerodet, wodurch dann für eine weitgehende und kostenlose Bodenverwundung gesorgt ist, die wahrscheinlich mit ein Haupterfordernis des Erfolges ist.

Neben der Billigkeit des Verfahrens ist die Vermeidung aller Fällungs- und Rückeschäden ein weiterer Vorteil. Ebenso fällt der Schirmdruck für den Jungwuchs vollständig fort. Aber, wie gesagt, die Voraussetzungen für ein Gelingen scheinen bei uns nur selten gegeben zu sein. Wo Gras oder Beerkrautwuchs schon im Altholz den Boden dicht überziehen, wie meist in unseren Kiefernbeständen, ist der Versuch von vornherein aussichtslos.

10. Kapitel. Die künstliche Verjüngung.

Die Saat.

Die künstliche Verjüngung durch Saat unterscheidet sich von der Naturverjüngung außer dem an sich nebensächlichen Umstand, daß der Samen durch den Menschen statt durch die Natur ausgestreut wird, doch noch in einigen wesentlichen Punkten. Erstens einmal ist eine Bodenbearbeitung hier fast immer die Regel, und zwar meist in einer so gründlichen Art, daß das Keimbett dem Samen ganz andere Verhältnisse darbietet wie bei der Naturverjüngung. Außerdem hat das Saatgut vorher eine besondere Behandlung bei der Gewinnung (Darrprozeß) oder bei der Aufbewahrung durchgemacht, die u. U. seine Eigenschaften stark verändern kann. Und endlich ist auch die Verteilung des Samens über die Fläche meist eine andere wie in der Natur.

¹ Rößler: Seitenverjüngung der Kiefer. Z. f. Forst- u. Jagdwes. 1927, S. 667.

² Ritter: Naturverjüngung der Kiefer in der Oberförsterei Ütze. Z. f. Forst- u. Jagdwes. 1928, S. 725.

1. Das Saatgut.

Beschaffung des Saatgutes. Da von der Güte des Samens sicher ein großer Teil des Erfolges der Saat abhängt, so muß die Beschaffung besten Saatgutes eine der Hauptsorgen des Wirtschafters sein. Bezüglich der Keimkraft gibt es heute zuverlässige Prüfungsarten, nicht aber bezüglich der Herkunft, die u. U. eine große Rolle spielen kann, wie wir im I. Teil bei der Frage der Erblichkeit gesehen haben. Um hier sicher zu gehen, ist Selbstgewinnung zweifellos am besten. Aber sehr oft werden keine geeigneten Bestände vorhanden sein, oder diese tragen gerade keinen Samen, oder es fehlt an Einrichtungen zur Gewinnung oder Aufbewahrung. Man wird also doch in vielen Fällen auf den Ankauf angewiesen sein, wobei man sich nur an bekannte und als zuverlässig erprobte Samenhandlungen wenden und nicht von billigeren Preisen bei unbekanntem verleiten lassen sollte. Am besten wird es sein, „anerkanntes Saatgut“ (vgl. S. 223) zu kaufen und sich vom Händler den Bezugsort verbürgen zu lassen.

Die eigene Samengewinnung und -aufbewahrung ist Gegenstand der Forstbenutzung, auf deren Lehrbücher hier verwiesen wird.

Prüfung des Saatgutes. Das Saatgut ist zu prüfen a) auf Echtheit: Verfälschungen kommen heutzutage wohl nur noch selten vor.

So z. B., daß dem Kiefern Samen Fichtensamen beigemischt wird, wenn dieser billiger ist, daß statt Kiefer Bergkiefer oder Bankskiefer geliefert wird, weil diese leichter zu ernten sind, daß Stiel- oder sogar Zerreicheln (Ungarn) als Traubeneicheln verkauft werden u. dgl. Gerade der letztere Fall ist früher sehr häufig gewesen und kommt auch wohl heute noch öfter vor, wobei nicht einmal immer betrügerische Absicht vorzuliegen braucht. Gerade hier ist darum der Bezug anerkanntes Saatgutes von sicheren und reinen Traubeneichenbeständen besonders ratsam.

b) Reinheit: Oft ist der Same verunreinigt (Zapfenschuppen, Zweigteile, Steine und Erde). Besonders die leichten Sämereien, wie Birke, Erle, Pappel, können dadurch sehr im Gewicht heraufgedrückt werden, was beim Kauf zu berücksichtigen ist. Auch treten dann leicht Hemmungen bei den Sämaschinen ein.

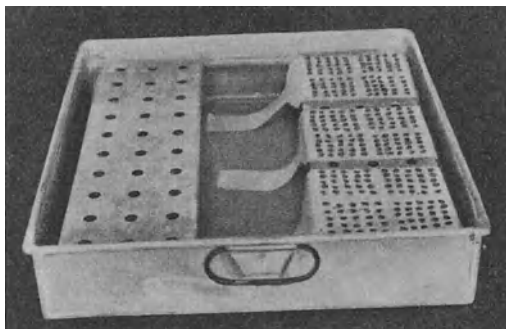


Abb. 173. Haack'scher Keimkasten, rechts mit eingelegten Keimproben (zum Gebrauch noch mit einer Glasscheibe zu bedecken). Hersteller: Klempnerei A. Marwitz, Eberswalde.

c) Keimgüte. Diese ist durch Keimproben festzustellen, die man in den besonderen Samenprüfungsanstalten¹ ausführen lassen oder bei kleineren Mengen auch selbst vornehmen kann.

Das Grundsätzliche über die Bewertung des Keimprozentes und der Schnelligkeit des Keimverlaufes ist in Teil I, S. 240 ff., ausgeführt worden und dort zu ersehen.

Die Methoden der Keimprüfung waren in früherer Zeit recht primitiv, z. B. die sog. Lappenprobe, bei der man die Samen zwischen feuchte Filzlappen legte, die Topfprobe, bei der der Same in einem Blumentopf in feuchten Sand eingedrückt wurde u. a. m. Auch die späteren Keimapparate von Nobbe, Hannemann, Cieslar u. a., die meist aus porösen, wasseraufsaugenden Tonplatten mit Ton- oder Glasdeckeln bestanden, sind heute als überholt anzusehen.

¹ Forstliche Samenprüfungsanstalt in Eberswalde und die landwirtschaftlichen Anstalten in Hohenheim, Hamburg und Halle, die aber auch forstliche Sämereien nach den allgemein vereinbarten Grundsätzen prüfen.

Die besten jetzt verwendeten Keimapparate sind der Haacksche Keimkasten¹ (Abb. 173) und die dänischen Keimglocken (Abb. 174), bei denen der Samen hell und luftig liegt, die Gefahr der Verschimmelung möglichst vermieden wird, und die Wasserzuführung gleichmäßig durch Fließpapier oder eine gestrickte Wollunterlage mit herabhängenden Fäden besorgt wird. Das Fließpapier ist jedesmal zu erneuern, die Wollunterlagen sind nach jedem Gebrauch wieder auszukochen. Außerdem ist darauf zu achten, daß der Wasserstand annähernd gleichbleibt, im Haackschen Keimkasten 3—4 cm, unter den dänischen Keimglocken 7—10 cm unter der Unterlage, da namentlich ein zu hoher Stand sich in einzelnen Fällen als hemmend erwiesen hat².

Die Keimapparate werden in einem gleichmäßig geheizten Zimmer in der Nähe des Fensters aufgestellt. Täglich wird die Anzahl der gekeimten Körner aus jeder Probe vermerkt, bis schließlich keine neuen Keimungen mehr erfolgen. Aus dem Endergebnis (bei Kiefer und Fichte im allgemeinen nach 3 bis 4 Wochen) ergibt sich dann das Keimprozent, aus dem steileren oder flacheren Verlauf der Keimungskurve kann man die größere oder geringere Keimenergie (Keimschnelligkeit) entnehmen. Lärchen- und Weimutskiefersamen, die meist sehr schwer und langsam keimen, müssen länger beobachtet und am besten vorher etwas angequollen werden.

Bei einer Reihe von größeren und schwer-samigen Holzarten ist auch heute noch die Schnittprobe üblich, bei der die Samen durchgeschnitten und die Güte nach der Farbe und dem Gesundheitszustand der inneren Gewebe beurteilt wird. Vor allem soll dieses nicht schimmelig oder faul (streifig oder fleckig), auch nicht wurmstichig oder gar taub sein. Man prüft auf diese Weise meist das Saatgut bei Eiche und Buche, auch bei Tanne, Esche, Ahorn, Hainbuche, Linde u. a.

Die Farbe soll bei Eiche weißgelblich, bei Buche und Tanne noch etwas heller, bei Esche bläulichweiß, bei Ahorn grünlich sein. Bei allen Samen soll der Inhalt (Embryo und Nährgewebe) frisch, aber nicht naß sein und die Samenschale voll ausfüllen, also auch nicht zu stark ausgetrocknet sein. Eicheln sollen nicht klappern, wenn man sie schüttelt.

Bei den schwersamigen Eicheln und Bucheln wendet man wohl auch die Schwimmprobe an, wobei die tauben oben schwimmen, die vollen aber unter-sinken sollen. Doch ist dies nicht zuverlässig, da oft auch etwas eingetrocknete Samen, die aber noch voll keimfähig sind, oben bleiben, andererseits schlechte, namentlich wurmstichige und angeplatzte, bei denen das Wasser eindringt, zu Boden sinken³.

¹ Haack: Die Beschaffung des Kiefern- und Fichtensamens einst, jetzt und künftig. Mitt. d. dtsh. Forstver. 1909, Nr. 6.

² Vgl. die Arbeit von Schmidt: Über Katalasefermente im Kiefern-samen. Forstarch. 1926, S. 6, sowie dessen Artikel: Samenkundliches von der Königsberger Ostmesse. Dtsch. Fortstzg. 1924.

³ Grundner: Die Ausscheidung keimfähiger Eicheln mit Hilfe des Wassers. Allg. Forst- u. Jagdztg. 1887. — Burger: Mitt. d. schweiz. Ztrlanst. f. d. forstl. Verswes., Bd. 11, H. 3, 1921.

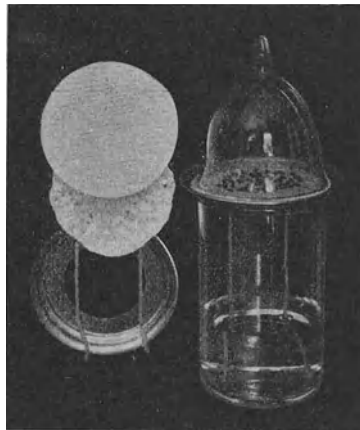


Abb. 174. Dänische Keimglocke. Hersteller: Bartsch, Quilitz & Co., Berlin. Links Einzelteile: Filtrierpapierscheibe, gehäkelte Wollunterlage mit 2 Wollfäden, durchbrochener Aluminiumteller; rechts Glocke mit Samen zur Keimprüfung beschriftet.

Aus Reinheit (nach Gewichtsprozenten ausgedrückt) und Keimprozent wird der Gebrauchswert des Samens nach der Formel $\frac{R \times K}{100}$ berechnet, so daß z. B. ein Same mit 80% Keimkraft und 90% Reinheit nur den Gebrauchswert 72 haben würde.

Eine vielerörterte Frage ist die, ob schwerere Samen vor leichteren den Vorzug verdienen, ob man also das Hundert- oder Tausendkorngewicht mit zur Beurteilung heranziehen soll oder nicht. Einige Untersuchungen bei Kiefer¹, Fichte² und Eiche³ haben ergeben, daß die schwersten und mittelschweren Samen auch bei gleicher Keimkraft doch kräftigere Jungpflanzen ergeben als die leichteren. Besonders Busse ist daher lebhaft für eine Sortierung nach dem Gewicht durch besondere Sortiermaschinen eingetreten⁴. Wenn auch dieser Vorsprung in der ersten Jugend, wie es nach einzelnen älteren Versuchsanlagen scheint, sich später ausgleichen sollte, so bliebe immerhin der Vorteil einer rascheren Überwindung der ersten Jugendgefahren und des schnelleren Herauskommens aus Gras und Unkraut. Trotzdem hat sich die Saatgutsortierung nach Gewicht bisher in der Praxis noch nicht eingeführt. Ein Hauptbedenken liegt wohl in der Verteuerung des Saatgutes, die dadurch eintreten würde. Außerdem darf man auch vom praktischen Standpunkte nicht übersehen, daß wir bei unseren Freisaaten die kleineren und zurückbleibenden Pflanzen doch als Füllmaterial durchaus brauchen können, und daß man bei der Pflanzenerziehung im Kamp die Aussortierung von ungeeigneten Schwächlingen besser und sicherer vor der Verpflanzung vornehmen kann.

Eine andere hier noch aufgeworfene Frage betrifft das Alter der Mutterbäume. Darf man Samen von sehr jungen Bäumen und andererseits von ganz alten verwenden, und wie verhält sich ihre Nachkommenschaft? Auch hier liegen mehrere Einzeluntersuchungen mit nur teilweiser Übereinstimmung, aber auch mit abweichenden Ergebnissen vor, so daß die hier aufgeworfenen Fragen ihrer endgültigen Lösung noch entgegensehen. So viel steht aber im allgemeinen fest, daß gegen die Güte des Samens von frühreifen Beständen (sofern diese Frühreife nicht etwa durch heimatfremde Herkunft bedingt ist, vgl. Teil I, S. 209) nichts einzuwenden ist.

Schwappach⁵ und Busse⁶ fanden bei Kiefer sehr gute Keimkraft, Busse auch gutes Wachstum bei 20jährigen und noch etwas jüngeren Mutterbäumen. Ähnliches wird sogar von 8jährigen Kiefern, 11jährigen Rüstern, 6jährigen Bankskiefern u. a. berichtet⁷.

Schwappach fand dann bei der Kiefer bis zum 150jährigen Alter keinen deutlichen Unterschied im Tausendkorngewicht und in der Keimfähigkeit, Busse dagegen ein leichteres Korngewicht bei den ältesten Klassen gegenüber den jüngeren. Das Keimprozent war nach Busse zunächst nicht verschieden, dagegen war die erste Jugendentwicklung entsprechend dem höheren Gewicht bei Samen von jungen Beständen rascher als von alten 100—170jährigen. Im 7jährigen Alter der Kultur war aber ein Ausgleich eingetreten und der Vorsprung der jüngeren Klassen von den älteren eingeholt worden. Nach weiteren 4 Jahren begann sich indessen ein neues Zurückbleiben der älteren bemerkbar zu machen, ebenso zeigten diese höhere Abgänge. Busse führt diese Unregelmäßigkeit auf den verschiedenen Witterungscharakter der Aufnahmeperioden zurück. Er glaubt eine Überlegenheit der jüngeren Klassen in Trockenzeiten annehmen zu dürfen. Weitere Aufnahmen des sehr exakt durchgeführten Versuchs in der Oberförsterei Brätz bleiben noch abzuwarten.

¹ Busse: Ein Weg zur Verbesserung unseres Kiefern Saatgutes. Z. f. Forst- u. Jagdwes. 1913, S. 300.

² Friedrich: Über den Einfluß des Gewichtes der Fichtenzapfen und des Fichtensamens auf das Volumen der Pflanzen. Zbl. f. d. ges. Forstwes. 1903, S. 233.

³ Eitingen: Der Wuchs der Eiche in Abhängigkeit von dem Gewicht der Eicheln. Forstwiss. Zbl. 1926, S. 849.

⁴ a. a. O. und später noch einmal in Z. f. Forst- u. Jagdwes. 1924, S. 515. Dazu Entgegnung von Kienitz ebenda 1924, S. 710 und Erwiderung von Busse ebenda 1925, S. 231.

⁵ Schwappach: Mitt. a. d. Samenprüfungsanst. f. Waldsamen Eberswalde. Z. f. Forst- u. Jagdwes. 1906.

⁶ Busse: Welchen Einfluß übt das Alter der Mutterkiefer auf die Nachkommenschaft? Z. f. Forst- u. Jagdwes. 1924, S. 257; 1926, S. 72. Weitere Literatur s. bei Busse 1924.

⁷ Heyer u. Heß: Waldbau, 5. Aufl., Bd. 1, S. 141.

So wenig abgeschlossen die Frage der Samengüte bei sehr hochaltrigen Mutterbeständen danach heute noch ist, so liegt im allgemeinen für die Praxis kein Grund vor, den Samen solcher Altbestände etwa auszuschließen, da die Unterschiede in jedem Fall nicht sehr beträchtlich sein dürften.

Im Brätzer Versuch von Busse betrug die mittlere Höhe im 11 jährigen Alter bei Nachkommenschaften von 16—74 jährigen Mutterbeständen rund 2,6—2,8 m; von den 112 bis 140 jährigen rund 2,4—2,5 m; von einem 170 jährigen Bestand allerdings nur 2,3 m.

Im allgemeinen ist das Verkaufsmaß bei den Sämereien heute nur noch das Gewicht. Bei Eiche und Buche bedient man sich aber auch noch häufiger des Hohlmaßes. Die Mittelwerte für Körnerzahl und Keimprozent sind etwa folgende:

Holzart	Körnerzahl auf 1 kg	Gewöhl. Keim-%	Holzart	Körnerzahl auf 1 kg	Gewöhl. Keim-%
	A. Laubhölzer.			B. Nadelhölzer.	
Stieleiche . .	200—300 (je hl 16000—26000)	60—80	Weißtanne . .	15000— 17000	40—60
Traubeneiche	300—400 (je hl 20000—24000)	60—80	Fichte	120000—150000	70—90
Buche	4000—5000 (je hl 190000—220000)	60—80	Kiefer	140000—160000	70—90
Hainbuche . .	30000—32000	50—70	Schwarzkiefer	45000— 55000	60—80
Esche	13000—15000	50—70	Weimutskiefer	45000— 60000	50—60
Schwarzerle .	500000—600000	20—40	Lärche	160000—180000	30—40
Birke	1500000—2000000	10—20			

2. Die Aussaat.

Das Keimbett. Das Keimbett soll möglichst stein- und wurzelfrei und gleichmäßige, feinkrümelige Erde sein. Aufliegende Rohhumusteile, Borke u. dgl. stören und hemmen das gute Einbetten immer und heben sich beim Auflaufen der Saat stets als Fehlstellen heraus. Im allgemeinen wird also immer eine Bodenbearbeitung vor der Saat nötig sein, die mindestens den Mineralboden bloßlegt. In vielen Fällen wird man auch noch zur Lockerung des Bodens schreiten müssen. Allzu lockere Lagerung ist aber gerade für die Saat, namentlich bei leichtsamigen

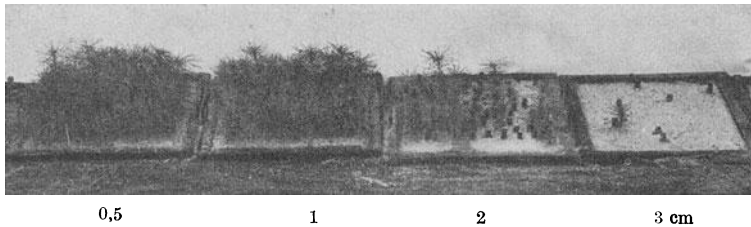


Abb. 175. Wirkung der Bedeckungstiefe auf das Auflaufen des Kiefernensamens. (Nach Dengler.)
Bedeckungstiefen: $\frac{1}{2}$, 1, 2 und 3 cm.

Holzarten, gefährlich, da der Boden dann oberflächlich zu stark austrocknet. Man muß daher, wo die Lockerung erst kürzlich stattgefunden hat und der Boden sich noch nicht genügend gesetzt haben sollte, vorher anwalzen. Kleine Unebenheiten sind fast nach jeder Bodenbearbeitung vorhanden und sollten namentlich bei Maschinensaat des gleichmäßigen Unterbringens wegen stets vorher ausgeglichen werden (Durchharken).

Die Bedeckungstiefe des Samens hat sich nach der Größe der Samen zu richten. Je kleiner das Samenkorn ist, desto schwächer ist auch der Embryo

und sein Nährgewebe entwickelt, und desto leichter und flacher muß der Same bedeckt werden, da sonst der Keimling die Erdschicht nicht durchbrechen kann.

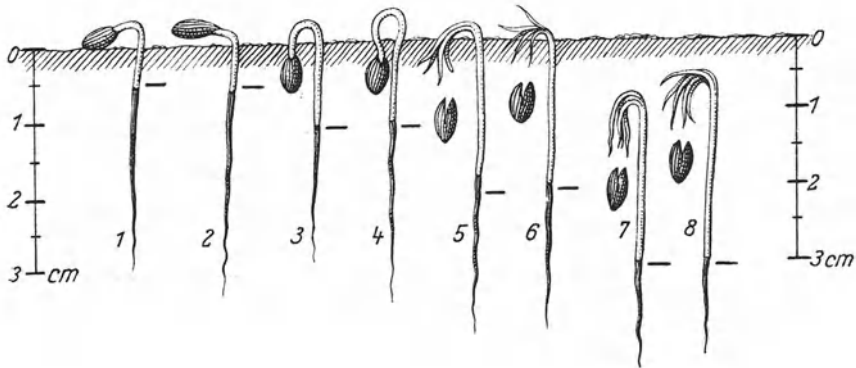


Abb. 176. Typen des Auflaufens von Kiefern Samen bei verschieden tiefer Bedeckung. (Nach Dengler.) 1 u. 2 ($1/2$ –1 cm) Hakentyp. 3 u. 4 ($1-1\frac{1}{2}$ cm) Krammentyp. 5 u. 6 ($2-2\frac{1}{2}$ cm) Typ der bleichsüchtigen Krüppel. 7 u. 8 (3 cm und darüber) Typ der Totgeborenen.

Ich habe für die Kiefer¹ nachweisen können, daß schon 1 cm in der Bedeckungstiefe einen Unterschied von 50–70 % beim Auflaufen ausmachen kann! (Abb. 175). Ähnliches hat später Rubner² auch für die Fichte festgestellt. Dabei muß die Bedeckung um so geringer sein, je fester und bindiger der Boden ist. Aber auch bei Sandboden ist eine Tiefe von 3 cm für unsere leichtsamigen Nadelhölzer meist schon gleichbedeutend mit einem Lebendigbegrabenwerden. Die jungen Keimlinge zeigen je nach der Tiefe der Bedeckung verschiedene Typen beim Auflaufen (Abb. 176).

Die leichtsamigsten Laubhölzer, wie Birke, Erle, Aspe, dürfen nur ganz flach übererdet werden, Kiefer, Fichte, Lärche nur 0,5–1,5 cm, Buche 2–3 cm, die Eiche auch wohl etwas tiefer, 3–5 cm. Wenn man in gut aufgelaufenen Saaten oft kleinere oder größere Fehlstellen findet, so liegt in den allermeisten Fällen die Ursache nur in der ungleichmäßigen Bedeckungstiefe.

Saatfläche. Nach der zur Saat benutzten Fläche unterscheidet man:

1. **Vollsaat** über die ganze Fläche. Diese ist früher häufig angewendet worden, heute aber wegen des starken Verbrauchs an Samen meist außer Übung gekommen. Eine andere Art von Vollsaat stellt die sog. Punkt-
saat oder das Einstufen von Eicheln oder Bucheln dar, wobei ganze Kolonnen von Waldarbeiterinnen in schrittweisem Abstand über die Fläche gehen und in einem Hackenschlag oder Spatenstich 2–3 Samen



Abb. 177. Slawonisches Eichelschippchen.

wurden und mit dem Fuß die Erde wieder leicht antreten. Ein sehr brauchbares leichtes Gerät hierzu ist das sog. slawonische Eichelschippchen (Abb. 177), das ein kleines herzförmiges Blatt hat, das im stumpfen Winkel zum Stiel steht und nach vorn in den Boden gestoßen wird. Es verhindert vor allem die zu tiefe Einbringung der Eckern. Ein anderes Gerät zu glei-

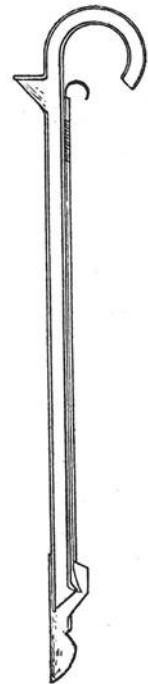


Abb. 178. Saatstock Eichelhäher nach Oberförster Fruchtenicht, Göttingen.

¹ Dengler: Über die Wirkung der Bedeckungstiefe auf das Auflaufen und die erste Entwicklung des Kiefern Samens. Z. f. Forst- u. Jagdwes. 1925, S. 385.

² Rubner: Bedeckungstiefe und Keimung des Fichtensamens. Forstwiss. Zbl. 1927, S. 168.

chem Zweck ist der Saatstock „Eichelhäher“ nach Oberförster Fruchtenicht (Abb. 178).

2. Streifen- oder Riefensaat. Hier wird die Saat nur auf den bearbeiteten Streifen (40—70 cm breit und 1,0—1,5 m von Mitte zu Mitte entfernt) ausgeführt. Innerhalb der Streifen kann man breitwürfig säen, was einen lockeren Stand der einzelnen Pflänzchen ergibt, oder nur in einer Rille in der Mitte des Streifens (Rillen- oder Liniensaat). Hierbei stehen die Pflanzen sehr viel dichter und bedrängen sich u. U. gegenseitig. Die Rillensaat hat aber den großen Vorteil, daß man sie später durch Behacken mit der Hand oder auch mit fahrbaren Hackgeräten gegen Verunkrautung schützen kann, was beim Breitwürfigsäen natürlich ausgeschlossen ist. Die Rillensaat wird daher heute vorzugsweise angewendet. Eine besondere Form derselben für die Eiche ist die sog. Leitersaat, bei der man die Rillen quer zur Längsrichtung der Streifen zieht, so daß sie wie Sprossen einer Leiter stehen. Diese Saaten sind z. B. im Spessart gebräuchlich. Man will damit eine breitere Verteilung der Pflanzen über den Streifen und einen besseren Schutz der in der Mitte stehenden vor der Buchenverjüngung auf den Zwischenstreifen erzielen, ohne den Vorteil des Behackens zu verlieren.

3. Plätze- oder Plattensaaen. Bei ihnen werden nur 30—50 cm im Geviert große Plätze breitwürfig besät. Sie haben immer den Nachteil einer sehr ungleichen Verteilung der Jungpflanzen auf der Fläche, die sich auf den Plätzen zusammendrängen, an den Außenrändern aber weiten Spielraum haben und sich daher dort leicht sperrig entwickeln. Früher mehr im Gebrauch, namentlich zu Ergänzungen lückiger Verjüngungen, sind sie heutzutage ziemlich abgekommen und nur noch im Gebirge und in steinigem, klippigem Gelände häufiger angewendet, wo sich das Ziehen von durchlaufenden Riefen oft von selbst verbietet. Übrigens nutzt man die vorhandenen Möglichkeiten auch in solchen Fällen noch gern durch sog. Stückriefen aus, d. h. kürzere oder längere Riefenstücke, die sich dem Gelände anpassen.

Saatzeit¹. In der Hauptsache sät man im Frühjahr, und zwar möglichst früh, weil dann der Boden meist noch etwas Winterfeuchtigkeit hat und frischer ist als später, namentlich im Mai, wo die bei uns so häufige und gefürchtete Maidürre die auflaufenden Saaten oft sehr stark schädigt. Andererseits ist aber auch ein zu frühes Säen wieder nicht empfehlenswert, da der Samen dann in dem kalten Boden doch nicht ankeimen kann und durch das lange untätige Liegen im angequollenen Zustande sicher leiden wird, auch der Gefahr des Mäuse- und Vogelfraßes unnötig ausgesetzt ist. Im allgemeinen sind April und Mai die geeignetsten Monate, letzterer in kühleren Lagen und auf frischen Böden, wie z. B. im Gebirge, ersterer für die trockneren Böden in der Ebene. Für die Kiefer in der norddeutschen Tiefebene gilt die erste Aprilhälfte als die zweckmäßigste Zeit. Freilich hängt hier alles von den unberechenbaren Zufälligkeiten der Witterung ab. Oft genug laufen auch einmal die späteren Saaten besser auf als die frühen, wenn der Mai feucht und warm ist. In Frostlagen, die ja zumeist auch frisch sind, sät man vorsichtigerweise überhaupt etwas später.

Herbstaaten haben zwar den Vorteil, daß der Same im folgenden Frühjahr eher aufläuft, aber auch den Nachteil, daß er im Winter in der Erde leicht verdirbt und dem Verzehr durch Tiere ausgesetzt ist. Auch werden die im nächsten Jahr sehr früh auflaufenden Saaten manchmal gerade im empfindlichsten Zustand von Spätfrösten getroffen. Dann erfrieren sogar junge Kiefernkeimlinge,

¹ Alten, v.: Wie wirkt die Saatzeit auf die Erziehung von Kiefernjährlingen? Z. f. Forst- u. Jagdwes. 1887, S. 10. — Greyerz, v.: Sollen wir im Herbst oder Frühjahr unsere Waldsaaten machen? D. prakt. Forstwirt f. d. Schweiz 1901, S. 4.

wenn sie schon die bedeckende Samenschale abgeworfen haben. Ulmen- und Birkensamen, der seine Keimfähigkeit bei längerer Aufbewahrung leicht verliert, muß im Sommer gleich nach der Reife ausgesät werden. Eschen- und Hainbuchsamen, der für gewöhnlich überliegt, soll im Herbst, mit Sand gemischt und in flachen Gruben oder in Tonnen eingegraben, dann im Frühjahr meist sofort keimen.

Vorbehandlung des Samens. Man kann den Samen durch vorheriges Anquellen oder sogar Ankeimen zu rascherer Keimung bringen. Doch ist dabei immer mit großer Vorsicht vorzugehen, da ein zu langes Liegen im Wasser schlecht vertragen wird. Dies ist dadurch zu erklären, daß bei Beginn der ersten Lebensvorgänge im Samen sofort viel Sauerstoff zur Atmung vorhanden sein muß. Andernfalls treten Schädigungen ein¹. Doch schadet ein Einwässern von wenigen Stunden wohl niemals. Ein solches kann bei Eicheln und Bucheln nach starker Eintrocknung im Winterlager sogar sehr vorteilhaft sein. Man hat bei diesen auch mehrmaliges Überbrausen mit gleichzeitigem Umschaukeln durch mehrere Tage bis zum Beginn des Ankeimens empfohlen. Im allgemeinen begegnen aber alle diese Vorbehandlungsarten beim Saatbetrieb im großen dem Bedenken, daß das Saatgut dann immer rasch und gleichmäßig fortlaufend verbraucht werden muß, da es sich sonst auch bei nur flacher Lagerung sofort erhitzt, verschimmelt oder sonstwie verdirbt. Da nun jederzeit durch die Witterung (Kälterückfälle, Gewitter, Landregen) kürzere oder längere Störungen im Kulturbetrieb eintreten können, so ist der angequollene oder angekeimte Same dann schwerster Gefährdung ausgesetzt. Eher ist die Anwendung bei kleinen Mengen im Kampfbetrieb möglich.

Das Vorkeimen ist nur bei den sonst außerordentlich langsam keimenden Nußarten üblich (*Carya*, *Juglans*, *Pinus cembra*), meist durch Einbetten in Kästen oder Gruben mit feucht gehaltenem Sand. Diese Holzarten finden ja meist auch nur in kleinen Mengen Verwendung.

Bei sehr hartschaligen oder schwer keimenden Sämereien sind zur Erweichung auch kurze Beizverfahren mit Chlor- oder Kalkwasser oder stark verdünnter Schwefelsäure versucht worden. Doch sind die Ergebnisse hier noch viel unsicherer, da das geringste Zuviel oder Zulange schon schwere Schädigungen hervorrufen kann².

Eine Vorbehandlung zu ganz anderem Zweck besteht in dem sog. Mennigen des Nadelholzsamens gegen Vogelfraß. Der Same wird dabei leicht überbraust und mit roter Bleimennige überstreut, umgerührt und dann sofort wieder flach ausgebreitet, bis der Überzug trocken ist. Er hat dann eine ziegelrote Farbe, die als Schreckfarbe gegen die Vögel dienen soll. Die Beurteilung des Erfolges ist aber in der Praxis recht verschieden: manche behaupten, daß das Mennigen sehr gut schützt, andere bestreiten dies³. Die Ursache wird nach meinen noch nicht abgeschlossenen Beobachtungen wahrscheinlich daran liegen, daß die einzelnen Vogelarten, namentlich Finken und Meisen, sich hierbei ganz verschieden verhalten. Das Mennigen hat auch den Nachteil, daß es die Metallteile der Sämaschinen stark angreift (schleift), und daß der Same meist nicht so glatt und leicht ausläuft. Im allgemeinen ist aber das Mennigen, besonders bei Kiefernseeden, doch sehr gebräuchlich.

¹ Schmidt: Über Vorquellung und Reizbehandlung von Koniferensaatgut. In Popoff u. Gleisberg: Zellstimulationsforschungen. 1925. — Moeller, J.: Über Quellung und Keimung der Waldsamen. Zbl. f. d. ges. Forstwes. 1883, S. 9 u. 155.

² Nobbe: Handbuch der Samenkunde, S. 254. — Vonhausen: Die Beförderung der Keimung durch Chlor und verdünnte Mineralsäuren. Allg. Forst- u. Jagdztg. 1858, S. 461; 1860, S. 8. — Heß: Untersuchungen über den Einfluß verdünnter Säuren und des Kalkwassers auf die Keimung von Nadelholzsämereien. Zbl. f. d. ges. Forstwes. 1875, S. 463.

³ Ausführliche Literatur hierüber in Heß u. Beck: Forstschutz, Teil 1, S. 115. 1914.

Technik der Aussaat. 1. Handsaat. Die Saat mit der Hand ist die älteste und früher allein gebräuchliche Methode. Sie wird auch heute noch allgemein bei den schwersamigen Holzarten angewendet. Bei den leichtsamigen Nadelhölzern ist an ihre Stelle mehr und mehr die Maschinensaat getreten. Trotzdem hat die Handsaat ihre großen und unverkennbaren Vorteile, denn die menschliche Hand ist und bleibt das beste, sich allen Verschiedenheiten des Bodens am feinsten anpassende Werkzeug. Früher besorgten meist besonders als Säerinnen geübte alte Waldarbeiterfrauen die Einsaat des Nadelholzsamens in die mit einem Stock flach vorgezogene Rille. Verschiedene von mir ausgeführte kleine Vergleichsversuche mit Maschinensaat ergaben fast immer eine Überlegenheit solcher Handsaaten. Trotzdem werden sie sich für große Flächen und in der Ebene kaum wieder einbürgern, weil sie zu langsam vorwärts gehen und man dadurch die günstige Wetterlage nicht genügend ausnützen kann. Außerdem wird bei den teuren menschlichen Arbeitskräften die Handarbeit doch zu kostspielig. Nur da, wo die Maschine wegen Geländeschwierigkeiten nicht anwendbar ist, wie im Gebirge, bei steinigem und verwurzelttem Boden, wird die Handsaat auch ferner ihren Platz behalten.

Zur Sicherung der gleichmäßigen Saatedichte zerlegt man die ganze Fläche in kleinere Teilflächen, z. B. nach der Streifenzahl, und teilt dementsprechend auch das Saatgut ab. Bei ausnahmsweise noch vorkommenden Vollsaaen sät man zur größeren Gleichmäßigkeit in zwei senkrecht sich kreuzenden Gängen, bei breitwürfiger Streifensaat in einem Hin- und Widergang. Auf den Wind ist dabei Rücksicht zu nehmen. Bei starkem Wind soll überhaupt nicht von Hand gesät werden. Bei Mischsaaten mit verschieden schweren Samen soll man jede Art besonders aussäen.

Nach der Aussaat wird der Samen eingereicht oder mit schwachen Eggen (früher vielfach besonderen, aus Dor-



Abb. 179. Spitzberg'sche Gitter- oder Samendeckwalze.

nen u. dgl. zusammengebundene Straucheggen) eingedeckt bzw. eingeschleppt. Bei Rillensaat ist die Spitzberg'sche Samendeckwalze (Abb. 179) ein vortreffliches Gerät, welches den Samen gut bedeckt und gleichzeitig den Boden etwas andrückt. Ein solches leichtes Andrücken der lockeren Bedeckerde ist namentlich in trockenen Böden meist von Vorteil. Man kann dasselbe auch mit kleinen schmalen Holz- oder Eisenwalzen ausführen oder in etwas roherer Form die Rillen mit der Sohle des Holzpantoffels antreten lassen.

2. Handsaat mit Hilfswerkzeugen. Vielfach hat man früher zur Erleichterung der Handsaat ganz einfache Hilfsgeräte angewendet, so z. B. Flaschen, z. T. mit aufgesetzten Stöpseln und weiten Federposen, oder das sehr brauchbare und noch heute im Saatkamp verwendete Sähorn aus Blech (Abb. 180) mit Aufsätzen von verschiedener Mündungsweite. Dies erspart das mühsame Aufnehmen kleinster Samenmengen mit der Hand und das tiefe Bücken bei der Aussaat und gibt bei guter Übung eine fast ebenso gleichmäßige Verteilung wie mit der Hand allein. Ein fein durchdachtes, aber doch etwas umständliches Gerät ist der Spitzberg'sche Särucksack, der einen Schlauch mit besonders gearbeitetem, fächerartigem Auslauf und einem drehbaren Rührwerk hat, das die Gleichmäßigkeit des Ausstreuens mechanisch besorgen soll.

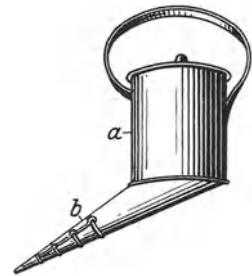


Abb. 180. Sähorn aus Blech. a = Saatgefäß. b = Auslauf mit verschieden weiten, abnehmbaren Auslaufmündungen.

3. Maschinensaat. Diese sind heute die am meisten übliche Art bei den Nadelhölzern, soweit sie auf großen Flächen künstlich angebaut werden, also vor allem bei der Kiefer, allenfalls wohl auch bei Fichte und Lärche. Die älteren unvollkommenen Sämaschinen können hier übergangen werden. Die heute gebräuchlichsten Formen sind: die Sämaschine

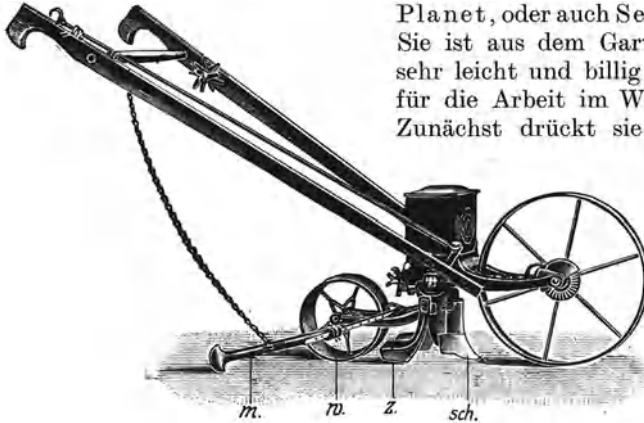


Abb. 181. Sämaschine Planet oder Senior.
sch = Scharnase zum Furchenziehen; z = Starre Zustreicher zum Bedecken;
w = Walze; m = Markierstange.

Planet, oder auch Senior genannt (Abb. 181). Sie ist aus dem Gartenbetrieb übernommen, sehr leicht und billig (16 kg, 54 M.), hat aber für die Arbeit im Walde mehrere Nachteile. Zunächst drückt sie die Saatrinne nicht ein,

sondern reißt sie mit einer kleinen Schar (sch in Abb. 181) auf. Die Rinne wird daher leicht ungleichmäßig tief, da der Boden ja ungleiche Widerstände bietet. Eine weitere Gefahr für die Innehaltung der richtigen

Bedeckungstiefe bilden die starren Flügel (z in Abb. 181), die die

Erde hinten zusammenstreichen sollen (sog. Zustreicher). Sobald der Boden feucht ist oder sperrige Teile (Wurzeln, Borke, Steine) enthält, schieben diese Zustreicher einen kleinen Berg vor sich her, der den Samen zu tief bedeckt. Bei trocknerem und festem Boden, sowie bei kleinen Eindellungen in der Oberfläche fassen dagegen die Zustreicher wieder nicht genügend, und der Samen wird gar nicht oder zu flach bedeckt. Ausgedehnte genaue Beobachtungen beim

Arbeitsgang haben diese Ungleichheit der Bedeckung vielfach feststellen können¹ und sind auch von anderer Seite in der Praxis bestätigt worden. Das schließt nicht aus, daß hier und da, namentlich bei leichten, sehr gleichmäßigen Sandböden auch gelegentlich durchaus befriedigende Erfolge mit

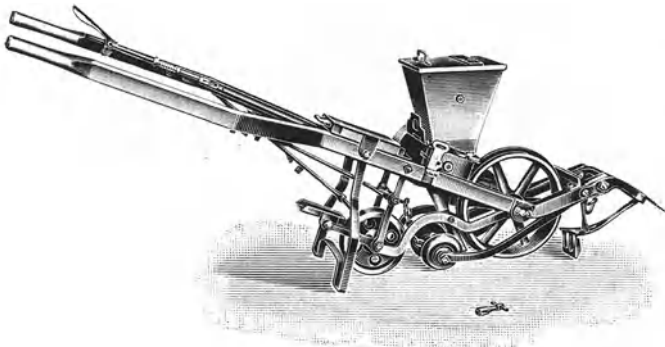


Abb. 182. Neumannsche Präzisionssämaschine
(verbesserte Titze-Drewitzsche).

der Planet erzielt werden. Ein weiterer Fehler der Maschine ist der, daß die Saatmenge durch langsamere oder raschere Vorwärtsbewegung, sowie durch jede Erschütterung stark beeinflußt wird, da das im Trichter zwischen dem Samen befindliche Rührwerk (eine Flügelschraube) unmittelbar vom Laufrad der Maschine angetrieben wird. Bei rascherem Gang wird dann der Same zu schnell an der Ausfallöffnung vorbeigeführt, und es fließt daher weniger aus,

¹ Dengler: a. a. O., Z. f. Forst- u. Jagdwes. 1925, S. 406.

bei langsamer Bewegung dagegen mehr. Meine Versuche haben gezeigt, daß die Samenmenge äußerstenfalls zwischen dem 1—4fachen schwanken kann.

Eine sehr viel gleichmäßiger arbeitende Sämaschine ist die vom Forstmeister Titze erfundene und von der Firma Drewitz hergestellte Sämaschine, die später, mit verschiedenen Verbesserungen versehen, von der Firma Neumann, Eberswalde, als sog. Präzisionssämaschine (Abb. 182) herausgebracht worden ist. Sie ist allerdings recht schwer und teuer (78 kg u. 400 M.). Das gleiche gilt auch von der Spitzenbergschen Forstdrillmaschine (80 kg u. 540 M.), die noch einige weitere Feinheiten und Verbesserungen aufweist. Eine leichtere und vereinfachte, daher auch sehr viel billigere Form ist die jetzt von der Firma Neumann gebaute „Walddank“ (Abb. 183) (Gewicht 35 kg, Preis 170 M.).

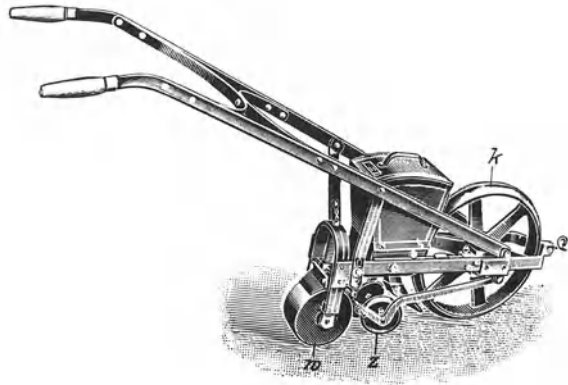


Abb. 183. Sämaschine Walddank der Firma E. E. Neumann, Eberswalde.

k = Kammrad zum Eindrücken der Saatrille; *z* = bewegliche Zustreicher; *w* = Druckwalze. *z* u. *w* leicht abnehmbar zum Säen in offener Rille zwecks Nachprüfung der richtigen Tiefenlage und gleichmäßigen Verteilung des Samens.

Alle diese letztgenannten Maschinen haben Laufräder mit einer in der Mitte aufgesetzten Rippe, die die Saatrille in gleichmäßiger Tiefe von etwa 1,5—2 cm in den Boden eindrückt. Die Zustreicher sind drehbare Scheiben, die an einem beweglichen Arm sitzen, so daß weniger leicht Erdanhäufungen vor ihnen stattfinden. Bei der „Walddank“ können die Zustreicher, sowie die dahinter befindliche Druckwalze auch leicht abgenommen werden, so daß die Saatrille zunächst offen bleibt. Das hat den Vorteil, daß man dann die gleichmäßige Verteilung des Samens und seine richtige Tiefenlagerung hinter der Maschine nachprüfen kann. Die Bedeckung geschieht dann hinterher durch die Spitzenbergsche Gitterwalze, was nur ein paar Mark je Hektar mehr kostet und der größeren Sicherheit wegen sehr zu empfehlen ist.

Alle drei Maschinen haben ferner den Vorzug, daß die Saatedichte unabhängig von der Bewegungsschnelligkeit ist, da sie durch ein gerilltes Schubrad geregelt wird, das in seinen Rillen immer nur eine bestimmte Samenmenge aufnimmt, nach hinten über das Ausfallrohr schiebt und dort abfallen läßt (Abb. 184). Die Samenmenge wird durch einen auf diesem Rillrad befindlichen Muffenschieber geregelt und läßt sich sehr genau einstellen. Man kann z. B. bei Kiefern bis auf recht geringe Samenmengen von unter 1 kg je Hektar heruntergehen, ohne daß der Same gequetscht (geschrotet) wird, was unbedingt vermieden werden muß, da das austretende Harz dann den ganzen Mechanismus verschmiert und verstopft. Die Samenverteilung in der Rille ist im großen und ganzen gut. Freilich ist das Ideal, die Einzelkornsaat in ganz gleichen Abständen, auch dadurch noch nicht erreicht und wird auch wegen der großen technischen Schwierigkeiten wohl kaum je erreicht werden.

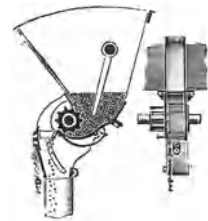


Abb. 184. Sämechanismus der Walddank.

Links, Ansicht von der Seite: Samengefäß, darunter links das schwarz gezeichnete, gerillte Schubrad.

Rechts, Ansicht von hinten: Über den im schmalen Auslauf liegenden Teil des Schubrades ist von rechts ein Muffenschieber übergeschoben, so daß die Rillen des Schubrades nur in ganz schmaler Breite die Körner aus dem Saatgefäß aufnehmen und in einreihiger Kette nach unten ausfallen lassen.

Saatmenge. Die Saatmenge schwankt je nach Ansichten, Bodenverhältnissen und vor allem natürlich, je nachdem man Voll-, Streifen- oder Plätze saaten macht, in ziemlich weiten Grenzen. Im allgemeinen ist man auch in der Forstwirtschaft ebenso wie in der Landwirtschaft heute mit der Vervollkommnung der Technik und der Verbesserung, aber auch Verteuerung des Saatgutes von den dichten Saaten der früheren Zeiten mehr und mehr abgekommen. Früher ging man geradezu verschwenderisch damit um und säte z. B. 10 und mehr Kilogramm Kiefer oder Fichte für den Hektar, während man heute nur noch 2—4 kg nimmt.

Die unten angegebenen Durchschnittssätze können nur als ungefähre Anhalt bezeichnet werden. Sie sind für Streifensaaten gedacht. Bei Vollsaaten ist die Menge ungefähr zu verdoppeln, bei Plätze saaten genügt etwa $\frac{1}{2}$ — $\frac{3}{4}$ der Menge:

Kiefer ¹	2—3	kg bei	Keimprozent	85
„	1,5—2	„ „	„	95
„	3—4	„ „	„	75
Fichte	4—5	„ „	„	85
Lärche	10—15	„ „	„	40
Tanne	20—30	„ „	„	50—60
Eiche	400—500	„ „	„	70—80
Buche	100—200	„ „	„	60—70
Esche, Ahorn, Ulme, Hainbuche, Birke	20—30 ²	„ „	„	?
Erle	10—20 ²	„ „	„	?

Bei der Kiefer war früher vielfach auch die Zapfensaaten üblich, bei der die Zapfen über die ganze wundgeegte oder umgepflügte Fläche ausgeworfen wurden. Bei trockenem Wetter öffneten sich die Zapfen und wurden dann mit Besen oder Rechen gewendet, und der Samen wurde schließlich mit Strauch- oder anderen Eggen untergebracht. Das Öffnen der Zapfen ist aber sehr vom Wetter abhängig, da sie sich bei feuchter Witterung sofort wieder schließen. Das Wenden muß daher sehr gut abgepaßt werden. Es wurde schon früher vielfach bessere Entwicklung gegenüber den Kornsaaten hervorgehoben, was seinen guten Grund in dem damals vielfach fehlerhaften Darrvorgang (zu große Hitzegrade oder Darren im feuchten Zustand) gehabt haben mag. Heute müßte dieser Grund eigentlich wegfallen. Trotzdem glaubt Forstmeister Spletstoeßer, Rohrwiese i. d. Grenzmark, der diese Saatart noch bis in neueste Zeit beibehalten hat, auch jetzt noch eine Überlegenheit gegenüber den Kornsaaten festgestellt zu haben. Früher säte man auch bei der Zapfensaaten sehr verschwenderisch, 6—8 hl Zapfen je Hektar (= 1,6 Millionen Körner, während man bei der Kornsaaten etwa nur $\frac{1}{2}$ — $\frac{1}{3}$ soviel Körner braucht). Spletstoeßer hat aber neuerdings die Zapfen in Rillen auslegen lassen (Zapfendrillsaaten) und läßt sie dann mit dem Stock umrühren bzw. ausklopfen. Er braucht dabei nur die Hälfte der obigen Zapfenmengen³.

In Rohrwiese sind bis in die neueste Zeit Zapfensaaten in großem Umfang ausgeführt worden. Im allgemeinen aber dürften sie wegen der Schwerfälligkeit des ganzen Verfahrens und der großen Abhängigkeit von trockenem Wetter für das genügende Öffnen der Zapfen kaum eine allgemeine Bedeutung mehr haben.

11. Kapitel. Die Pflanzung.

Die Pflanzung ist seit alter Zeit im Walde besonders bei der Eiche geübt worden. Sie war bei dieser Holzart schon im Mittelalter meist in der Form der sog. Heisterpflanzung, d. h. älterer, bis mannshoher Pflanzen, bekannt. Später wurde sie auch bei den Nadelhölzern durch Versetzen junger Pflanzen mit ihren ausgestochenen Wurzelballen eingeführt. Sonst aber war die Saat bis zum 19. Jahrhundert die allein übliche Form der künstlichen Bestandesbegründung, und erst im Verlauf des 19. Jahrhunderts bürgerte sich dann auch die Pflanzung mehr und mehr ein, so daß die ältesten Nadelholzpflanzbestände bei uns heute kaum 100 Jahre alt sein dürften.

¹ Bei allen Nadelhölzern ist entflügelter Samen angenommen.

² Sehr selten auf größeren Flächen angewendet. Daher Zahlen sehr unsicher!

³ Dittmar: Kiefernzapfensaaten. Z. f. Forst- u. Jagdwes. 1897.

1. Das Pflanzgut.

Beschaffung der Pflanzen. Für die Beschaffung der nötigen Pflanzen gilt in bezug auf die Herkunftsfrage vielfach dasselbe wie für die Saatgutbeschaffung. Im allgemeinen ist die eigene Erziehung in besonderen Saat- und Pflanzgärten (Kämpen) immer das Sicherste. Wo der Bezug aus Pflanzenhandlungen stattfindet, sind nur als zuverlässig bekannte Firmen zu wählen. Vielfach haben sich diese neuerdings auf die sog. Lohnpflanzenzucht eingestellt, indem sie den vom Abnehmer selbst gesammelten Samen in ihren Pflanzschulen zur Aussaat bringen und ihm dann die Pflanzen zurückliefern. Das hat für kleine Waldbesitzer, die keine eigenen Kämpen haben, und für Ausnahmefälle, wo im Walde keine geeigneten Flächen für die Pflanzenerziehung zu finden sein sollten, den Vorteil der Sicherung der Herkunft, natürlich nur unter der Voraussetzung strengster Zuverlässigkeit der Pflanzenhandlungen. Die von diesen gelieferten Pflanzen sind infolge der intensiven Bodenbearbeitung und Düngung und der sorgfältigen Unkrautfreihaltung meist groß und kräftig. Öfter macht sich sogar eine gewisse Überüppigkeit oder Geilheit bemerkbar (langaufgeschossene Pflanzen, die nicht stämmig genug sind und spät bis in den Herbst hinein treiben, ohne genügend zu verholzen). Eine gewisse Gefahr bringt der Großbetrieb beim Ausheben, Sortieren und Verpacken trotz sorgfältigster Ausführung jedenfalls immer mit sich, ebenso auch der Versand. Das Ideal muß immer sein, daß die aus dem Saatbeet entnommenen Pflanzen möglichst sofort wieder ausgepflanzt werden. Das ist beim Bezug von auswärts natürlich nicht zu erreichen, namentlich da doch das gesamte Pflanzenmaterial meist zusammen bezogen und dann erst ganz allmählich verbraucht wird.

Es ist auch eine oft gehörte und naheliegende Entschuldigung bei Mißerfolgen, daß die bezogenen Pflanzen schlecht gewesen oder schlecht angekommen wären. Dem ausführenden Beamten wird dadurch das Gefühl der vollen Selbstverantwortung genommen. Es kommt hinzu, daß die eigene Pflanzenerziehung gewissermaßen als beste Schule, aber auch als bester Prüfstein für Sorgfalt und Geschick der Beamten auf dem Gebiet der Kulturtechnik überhaupt gelten kann, und daß man sich dieses Mittels der Erziehung und Beurteilung nicht ohne zwingende Gründe begeben sollte.

Freilich stellen sich die Kosten der im eigenen Betrieb erzeugten Pflanzen meist etwas höher als der vom Handel bezogenen, da der Großbetrieb mit seiner Arbeitszusammenfassung billiger arbeiten kann. Immerhin ist der Anteil, den diese Mehrkosten im Verhältnis zu den gesamten Kulturausgaben für Bodenarbeit, Pflanzausführung und Kulturpflege darstellen, doch wohl nur sehr gering.

Im allgemeinen sollte daher die eigene Pflanzenerziehung die Regel bilden. Wo freilich kein geeigneter Boden oder keine geeigneten Beamten vorhanden sind, und wo die örtlichen Erfahrungen immer wieder geringwertige Pflanzen im Eigenbetrieb ergeben, da ist der Bezug von guten Pflanzenhandlungen vorzuziehen.

Die Beurteilung des Pflanzgutes. Die Pflanzen sollen gesund, frisch, gut gewachsen und gut bewurzelt sein.

Gesund, d. h. sie sollen keine Anzeichen von Krankheiten und Beschädigungen zeigen (z. B. Schütte, Rüsselkäfer-, Engerlingsbeschädigungen u. dgl.).

Frisch, d. h. sie sollen nicht welk sein. Sie sollen aber auch nicht angetrieben haben, da die jungen Triebe fast immer welken, wenn die Pflanzen ins Freie gesetzt werden. Die Wurzeln dürfen sich nie trocken anfühlen. Das ist eins der Haupterfordernisse, und hier gerade ist die größte Sorgfalt am Platze! Die feinen Saugwürzelchen können, wenn sie der Sonne oder dem trockenen Wind ausgesetzt sind, oft schon in wenigen Minuten austrocknen. Es ist daher eine Hauptregel, sie nie unbedeckt zu lassen. Wenn die Pflanzen aus dem Kamp

herausgenommen und nicht gleich verwendet werden, sollen sie sofort an einer schattigen Stelle „eingeschlagen“ werden, d. h. sie werden in dünnen Schichten ausgebreitet und die Wurzeln wieder mit frischer Erde bedeckt. Über das Ganze legt man schließlich noch einige Zweige zur Verhinderung der Verdunstung. Beim Transport zur Pflanzstelle bedient man sich am besten hölzerner „Pflanzenladen“ mit überzuklappenden Decken (Abb. 185 u. 186). Die Wurzeln

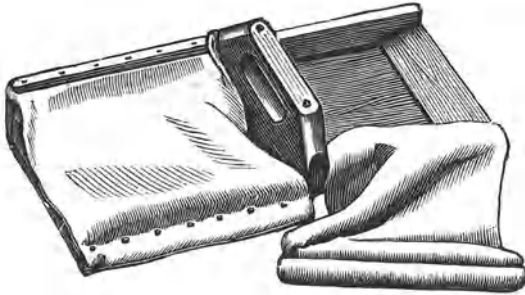


Abb. 185. Hollwegsche Pflanzenlade.

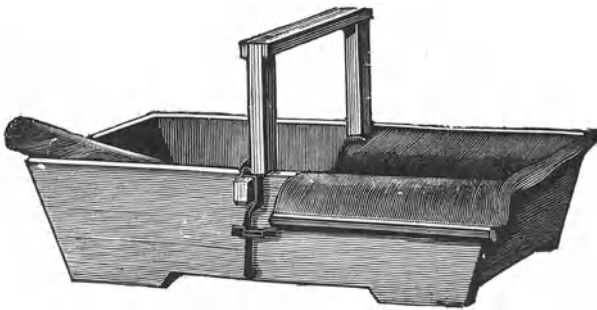


Abb. 186. Spitzenbergsche Pflanzenlade.

werden dabei noch mit frischem Sand überstreut oder mit feuchtem Moos überdeckt. Das Einstellen in einen Topf mit Wasser oder feuchten Lehmbrei, wie es früher vielfach üblich war, ist dagegen nicht ratsam, da die Seitenwurzeln dann zu sehr zusammenkleben (einen „Zopf“ bilden).

Gut gewachsen, d. h. die Pflanzen sollen nicht kümmerlich oder dürrig sein. Geringwertige Pflanzen soll man gar nicht verwenden, sondern lieber wegwerfen. Sie sollen aber auch nicht geil und spillerig gewachsen, sondern kräftig und stufig sein. Auch dürfen sie nicht mißförmig (gabelig, zwieselig, knickig und krumm) sein. Unter Umständen ist durch Beschneiden nachzuhelfen.

Gut bewurzelt, d. h. die Bewurzelung soll reich und dicht, nicht zu lang

und zerstreut sein. Bei Pfahlwurzeln soll eine deutlich in die Tiefe gehende Hauptwurzel vorhanden sein, sonst aber ist die Entwicklung der sog. Saugwürzelchen die Hauptsache. Zu lange Wurzeln, insbesondere Pfahlwurzeln, die nicht in das zu fertigende Pflanzloch passen würden, sind mit einem scharfen Messer oder einer Pflanzschere entsprechend einzustutzen.

Alter und Größe der Pflanzen. Die Verpflanzung gelingt im allgemeinen um so besser, und die Pflanzen wachsen um so rascher und ohne Stockung an, je jünger sie sind. Die Pflanzung jüngerer Pflanzen geht auch leichter vor sich und ist billiger wie die von größeren. Dagegen bewähren sich die letzteren unter besonders schwierigen Fällen, wie z. B. bei starkem Unkrautwuchs und zu Nachbesserungen und Ergänzungen, wo es gilt, einen vorhandenen Vorsprung der übrigen Pflanzen einzuholen.

Die Verpflanzbarkeit beginnt mit dem 1jährigen Alter. Solche Pflanzen nennt man Jährlinge, später 2-, 3jährige usw. Man rechnet dabei nicht genau nach den Lebensjahren, sondern nach der Anzahl der fertiggeschobenen Jahrestriebe. Eine 2jährige Pflanze gilt also als solche schon im Herbst des zweiten Lebensjahres, wo sie $1\frac{1}{2}$ jährig ist. Im späteren Alter bezeichnet man die Pflanzen nach ihrer verschiedenen Größe: Kleinpflanzen (20 cm), Halblohden (50 cm), Lohden (1 m), Starklohden (1,50 m), Halbheister (2 m), Heister (2,50 m), Starkheister (über 2,50 m). Meist begnügt man sich

in der Praxis aber nur mit der Unterscheidung von Lohden und Heistern schlechtweg.

Am gebräuchlichsten ist heute die Kleinpflanzung. Bei den Nadelhölzern wird sie sogar ausschließlich angewendet, nur Lärchen werden öfters noch als Lohden verwendet. Bei Laubhölzern ist Pflanzung in allen Stärken üblich. Die früher vorzugsweise angewendete Heisterpflanzung ist mehr und mehr außer Gebrauch gekommen, da sie zu teuer ist, und die großen Pflanzen zunächst mehrere Jahre hindurch Wuchsstockungen zeigen, die vielfach zudem sog. „Heisterknick“ führen, d. h. einer buschigen und knickigen Stelle in der Krone infolge stockenden Wuchses.

Die in der großen Praxis gebräuchlichsten Pflanzstärken sind bei den einzelnen Holzarten verschieden: Kiefer meist einjährig, auf schwierigen Stellen (starkes Unkraut, Nachbesserung) 2jährig (verschult, vgl. bei Kampbetrieb); Fichte 2—5jährig, meist 4jährig verschult, je nach Entwicklungstärke der Pflanzen (in den Gebirgslagen auch 5jährig); Lärche 2—3jährig (meist verschult); Tanne 4—6jährig (verschult); Eiche, meist als 1—2jährig unverschulte Kleinpflanze, wo es sich um größere Flächen handelt; bei kleineren Ergänzungskulturen auch gern als ein- bis mehrmals verschulte Lohde; ebenso Buche, die zumeist nur als Unterbau unter Schirmbestand Verwendung findet. Esche, Ahorn, Erle, Birke u. a. Laubhölzer werden meist als Lohden ausgepflanzt.

Man setzt in der Regel nur die ganzen Pflanzen mit Stamm und Wurzel aus, in einigen selteneren Fällen aber auch nur Teile der Pflanze: So z. B. bei der sog. Stummelpflanzung, bei der man den Stamm über dem Wurzelknoten abschneidet, um dann durch Ausschlag reichere und breitere Bebuschung zu erzielen (gelegentlich beim Laubholzunterbau und im Niederwald).

Bei Weiden und Pappeln ist auch Verpflanzung von Astteilen (Stecklingen und Setzstangen) üblich.

Die Pflanzen werden entweder mit entblößter Wurzel oder mit dem an der Wurzel anhaftenden Boden (Ballen) verpflanzt.

2. Die Pflanzung.

Pflanzzeit. Die hauptsächliche Pflanzzeit ist das Frühjahr, und zwar die Monate April bis Mai, möglichst vor Beginn des Antreibens, da die jungen Mai-triebe sonst leicht nach der Verpflanzung welk werden. Der Beginn für das Auspflanzen ist durch eine so weitgehende Erwärmung des Bodens gegeben, daß das Arbeiten darin erträglich ist („kurze Tage, kalter Boden, teure Arbeit!“). Wo die Zeit bei größeren Kulturausführungen knapp wird, zieht man auch den Herbst mit heran, in dem aber die Arbeitskräfte auf dem Lande oft noch viel knapper sind (Kartoffelernte). An sich hat die Herbstpflanzung den Vorteil, daß die Pflanzen in eine mehr niederschlagsreiche Zeit hineinkommen. Sonst ist aber die Frühjahrspflanzung, namentlich bei den Nadelhölzern, im großen und ganzen besser für das schnelle Anwachsen geeignet, während die Laubhölzer auch gleich gut im Herbst anwachsen¹. Man kann die Pflanzzeit im Frühjahr durch Zurückhalten des Austreibens etwa um 1—2 Wochen verlängern, wenn man die jungen Pflanzen frühzeitig vor Beginn der Vegetation aus dem Saatbeet herausnimmt und an einer schattigen Stelle einschlägt. Immerhin ist längeres Einschlagen bis ins späte Frühjahr hinein, wo dann auch im Einschlag das Austreiben beginnt, nicht ungefährlich. Namentlich die Nadelhölzer zeigten hierbei nach

¹ Cieslar: Die Pflanzzeit in ihrem Einfluß auf die Entwicklung der Fichte und Kiefer. Mitt. a. d. forstl. Versuchswes. Österr. 1892, H. 14. — Bühler: Die Herbstpflanzung. Neue forstl. Blätter 1901, S. 9 u. 25. — Reuß, H.: Die forstliche Bestandsgründung, S. 181 ff. Berlin 1907.

Versuchen Büblers¹ eine größere Empfindlichkeit als die Laubhölzer durch stärkere Abgänge in der späteren Pflanzung.

Pflanzweite und Pflanzenmenge. Die Pflanzenmenge ergibt sich in den meisten Fällen unmittelbar aus der Pflanzweite oder dem Verband, in dem man die Pflanzen aussetzt. Man unterscheidet hierbei die gleichmäßigen Verbände, wie den Quadrat- und Dreiecksverband und den ungleichmäßigen Rechtecks- oder Reihenverband, der sich aus der Entfernung der Streifen und dem Abstand ergibt, in dem man die Pflanzen auf diesen einsetzt. Ganz allgemein betrachtet man es als einen Vorteil der gleichmäßigen Verbände, daß sie den Pflanzen von vornherein nach allen Seiten hin gleichen Wuchsraum gewähren und daher auch eine allseitig gleiche Wurzel- und Kronenentwicklung verbürgen. In Wirklichkeit ist dieser Vorteil aber wohl nicht so groß, wie es zunächst scheint, da z. B. beim Reihenverband, bei dem die Pflanzen in den Reihen meist dichter stehen als quer dazu, durch die bald einsetzende Stamm ausscheidung bzw. die ersten Pflege- und Erziehungshiebe sehr bald auch ein gleichmäßiger Abstand hergestellt werden kann, ehe eine dauernd ungleichmäßige Entwicklung der Kronen einsetzt. Jedenfalls hat die Pflanzung in Streifen den großen Vorteil des leichteren Behackens der Kulturen vor der im regelmäßigen Verband auf Plätzen ausgeführten. Eine Ausnahme machen natürlich die Vollumbrückulturen.

Die Verbandweite, d. h. die durchschnittliche Entfernung der Einzelpflanzen voneinander, die zugleich die Stammzahlen je Hektar von vornherein bestimmt, ist von jeher Gegenstand besonders lebhafter Erörterungen und vergleichender Versuche gewesen². Alle Untersuchungen haben aber nur gezeigt, was auch von vornherein zu erwarten war, daß es für die verschiedenen Holzarten und Standorte keinen einheitlich besten Pflanzverband gibt. Nur die Saaten und die sehr engen Verbände unter 1 m bleiben fast überall in Höhe und Stärke hinter den weiteren zurück (vgl. Abb. 187). Bei den sehr weiten, von 2 m an und darüber, leidet besonders bei denjenigen Holzarten, die zu Sperrwüchsigkeit neigen (bes. Kiefer, Eiche, auch Buche) die Holzqualität durch Zunahme der Ästigkeit und Krumschäftigkeit. Das Beste liegt also auch hier wieder in der Mitte, in den Verbänden zwischen 1—2 m. Bei der Wahl des Verbandes ist auch von vornherein die Jugendgefährdung und Ausfall und Abgang in der ersten Entwicklungszeit in Rechnung zu setzen, besonders bei der Kiefer, wo der Verband daher gewöhnlich enger genommen wird. Außerdem ist auch die Absetzbarkeit des schwächsten, bei den ersten Durchforstungen anfallenden Materials zu berücksichtigen. Wo eine solche Möglichkeit besteht und das geringe Reisig schon lohnende Erträge bringt, wie z. B. in manchen Gegenden bei der Fichte, kann ein enger Verband gewählt werden. Es würde doppelt herausgeworfenes Geld bedeuten, wenn man erst unnötig viel Pflanzen setzt, um dann bei der ersten Durchforstung für die Schaffung des nötigen Wachsraums noch einmal Geld zuzulegen.

Selbstverständlich muß sich der Pflanzverband auch stets nach dem Alter bzw. der Höhe und Breite der jungen Pflanzen richten. Er muß um so enger sein, je kleiner diese sind. In den meisten Fällen ist es ja mit Rücksicht auf den

¹ Bübler: Zur Praxis des Kulturbetriebes. Aus dem Walde 1898, S. 81 u. 91.

² Kunze: Über den Einfluß der Anbaumethode auf den Ertrag der Fichte. Tharandter Jb. Bd. 39, 45, 52, 57. — Über den Einfluß der Anbaumethode auf den Ertrag der Kiefer. Ebenda Bd. 43, 48, 54, 59. — Busse u. Jähn: Wachsraum und Zuwachs. Mitt. d. sächs. forstl. Versuchsanst. Bd. 2, H. 6, 1925. — Schwappach: Die Ergebnisse forstlicher Kulturversuche. Z. f. Forst- u. Jagdwes. 1915, S. 65. — Hausrath u. Ganter: Kulturversuche d. bad. forstl. Versuchsanst. Allg. Forst- u. Jagd-Ztg. 1923, S. 217.

Boden und den Unkrautwuchs nötig, daß möglichst bald wieder Deckung durch den Bestandsschluß eintritt.

Die gebräuchlichsten Pflanzverbände unter durchschnittlichen Verhältnissen sind: Bei der Kiefer: Reihentfernung 1,3 m, Pflanzenentfernung in den Reihen bei 1-jährigen Pflanzen 0,3—0,5 m, bei 2-jährigen 0,5—0,7 m; bei Fichte: meist Plätzepflanzung in 1,2—1,5-m-Quadratverband mit 4-jährigen verschulten Pflanzen; bei Lärche: 2-m-Quadratverband bei 2—3-jährigen verschulten Pflanzen. Doch ist hier auch noch weiterer Verband zulässig, meist ist ja überhaupt Mischpflanzung mit anderen Füllholzarten zweckmäßig, und der Abstand der Lärchen kann dann auf 4 m bemessen werden, wodurch sie bei genügender



Abb. 187. Zwei Kulturversuchsflächen der Sächs. Forstl. Versuchsanstalt. 50-jährige Fichten II/III in Wernsdorf. Links Einzelpflanzung 0,85 m im Quadrat, rechts Vollaast. Aus Borgmann: Waldbilder aus Sachsen.
Pflanzung: 1507 St., 24,1 qm Grundfläche, 14,3 cm mittlerer Durchm., 14,4 m Höhe, 190 fm Schaftm.
Saat: 2963 „ 19,6 „ „ 9,2 „ „ „ 10,6 „ „ 118 „ „

Wahrung der Vorwüchsigkeit die nötige Kronenfreiheit bis zur ersten Durchforstung behalten. Ähnliches gilt von der Douglasie etwa in Mischung mit der Fichte. Bei Eiche gelten bei Kleinpflanzung etwa dieselben Entfernungen wie bei der Kiefer.

Bei allen Lohdenpflanzungen (Eiche, Buche, Esche, Ahorn usw.) wählt man etwa 1,5—2,0-m-Quadratverband, bei Heistern 2,0—3,0 m.

Im allgemeinen ist es heute allein üblich, auf den durch den Verband gegebenen Platz nur 1 Pflanze zu setzen. Früher hat man bei Kleinpflanzen auch oft mehrere nebeneinander gesetzt. So z. B. bei der 1- und 2-jährigen Kiefer entweder 2 Pflanzen oder sogar 4 in gleichem Abstand auf einen Pflanzplatz. Der Gedanke, der hierbei leitete, war der, daß wahrscheinlich doch mehrere Pflanzen eingehen würden und dann wenigstens eine übrigbleiben sollte. Das war eigentlich eine recht traurige Voraussetzung, die den Tiefstand der früheren Pflanztechnik recht scharf beleuchtet. Reste dieser 2er- bzw. 4er-Pflanzungen sieht man heute in älteren undurchforsteten Stangenholzern noch

hier und da und meist dann auch die schädlichen Folgen in abgeplatteten Kronen und Stammverwachsungen.

Noch schlimmer war die früher bei der Fichte weitverbreitete Büschelpflanzung, bei der man gleich „eine Handvoll“ Pflanzen zusammenfaßte und ziemlich roh verpflanzte. Auch hiervon kann man heute noch Reste mit den gleichen schädlichen Folgen sehen, nur meist in noch schlimmerem Maße.

Wo eine solche extensive Kulturmethode geübt wurde, wäre es eigentlich selbstverständlich gewesen, daß man einige Jahre nach der Pflanzung die Kulturen durchmustert und die unbedingt nötige Vereinzelnung vorgenommen hätte!

Die Pflanztechnik. Die Pflanztechnik hat sich vielfach nach der Art der Bodenbearbeitung zu richten, je nachdem diese mit mehr oder weniger intensiver Lockerung oder überhaupt ohne solche erfolgt ist, was allerdings nur in Ausnahmefällen vorkommt, und dann meist wenigstens eine gewisse Lockerung mit den Pflanzgeräten selbst erfordert (z. B. Aufbrechen des Bodens mit dem Pflanzspaten).

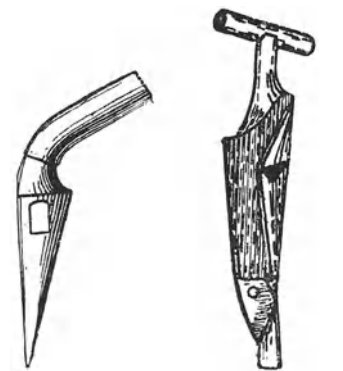
Die Spaltpflanzung. Hierbei wird in den Boden mit einem dolch- oder keilartigen Gerät ein Loch gestoßen und die Erde dadurch verdrängt. In den mehr

oder minder breiten Spalt wird die Pflanze so eingehalten, daß sie etwa in gleicher Höhe wie vorher mit der Oberfläche abschneidet. Der Spalt wird dann durch einen zweiten Stich neben dem ersten und Andrücken wieder geschlossen (Klemmspaltpflanzung). Oder die Erde wird vom inneren Rande des Spaltes mit der Hand losgebrochen und krümelnd und stopfend mit gespreizten Fingern eingefüllt, „eingefuttert“ (Handspaltpflanzung). Beide Arten sind nur bei Kleinpflanzen (1- und 2jährigen) gebräuchlich. Die gebräuchlichsten Geräte hierzu (vgl. Abb. 188) sind das Hollwegsche Pflanzholz, das Spitzenbergische Pflanzholz mit Wühlspitze und der bei der Kiefern-pflanzung weitverbreitete Klemmspaten, entweder aus Holz mit Eisen beschlagen oder ganz aus Eisen. Für schwerere, lehmige und steinige Gebirgsböden war früher vielfach das Buttlarsche Pflanzeisen und das Wartenbergsche Stieleisen gebräuchlich. Da aber auf solchen Böden die Spaltpflanzung überhaupt mehr und mehr abgekommen ist, werden diese beiden Geräte heute nur noch seltener angewendet.

Bei der Herstellung des Spaltes mit einem der obengenannten Pflanzhölzer oder mit dem Klemmspaten ist immer die eine Wand senkrecht herzustellen, die andere schräg nach innen auf den Pflanzler zu. Besonders beim Gebrauch des Klemmspatens gilt es als

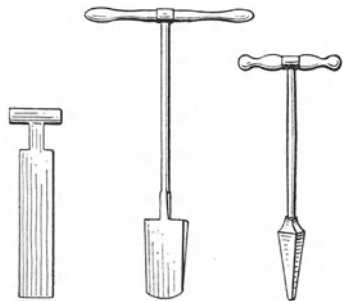
Fehler, wenn der Spalt durch unrichtige Handhabung nicht keilförmig, sondern x-artig wird, wodurch im unteren Teil leicht ein Hohlraum entsteht, in dem die Wurzeln nicht genügend dicht mit der Erde in Berührung kommen.

Selbstverständlich werden bei der Klemmpflanzung die Seitenwurzeln zunächst in eine Ebene an die senkrechte Wand gepreßt. Dadurch kommen natür-



a) Buttlarsches Pflanzeisen.

b) Spitzenbergisches Pflanzholz mit Wühlspitze.



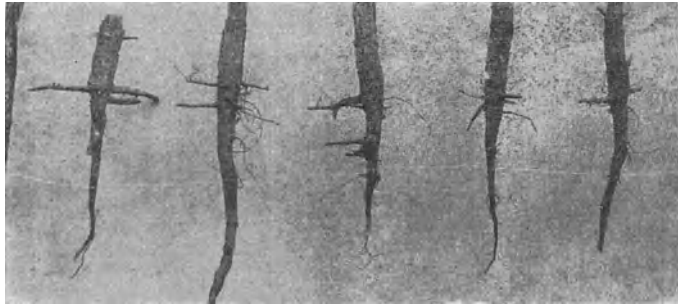
c) Hollwegsches Pflanzholz.

d) Eiserner Klemmspaten.

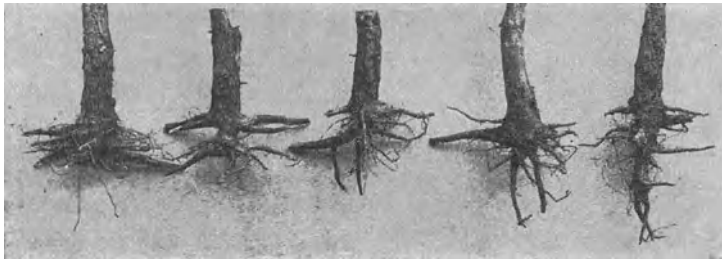
e) Wartenbergsches Stieleisen.

Abb. 188. Geräte zur Spaltpflanzung.

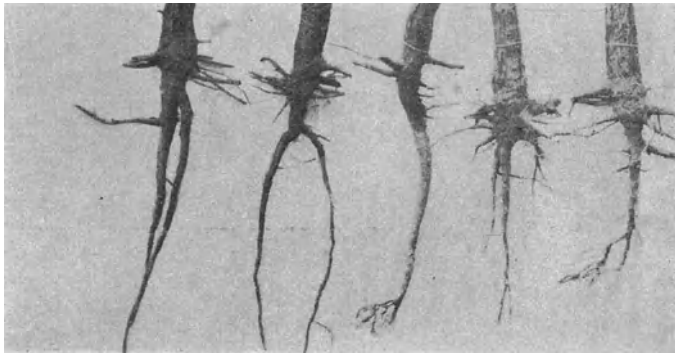
lich viele Überlagerungen, Stauchungen und Verschlingungen der Seitenwurzeln untereinander und mit der Hauptwurzel zustande. Diese Methode muß also zweifellos bis zu einem gewissen Grade als roh bezeichnet werden. Wenn man eine geklemmte Pflanze nach einigen Jahren ausgräbt, ist das Wurzelsystem



a) Wurzeln von 5 Durchschnittsstämmen einer Zapfensaat.



b) Wurzeln von 5 Durchschnittsstämmen einer Klemmpflanzung.



c) Wurzeln von 5 Stämmen mit ausgesucht guter Wurzelbildung aus einer Klemmpflanzung.

Abb. 189 a—c. Wurzelbildung von etwa 20jährigen Saat- und Pflanzkiefern.
Nach Splettstößer jun.

immer fächerartig. Dies verliert sich erst mit der Zeit, indem sich allmählich neue Seitenwurzeln ausbilden.

Splettstößer jun.¹ fand bei 20jährigen Kiefern aus Klemmpflanzung die Anzahl der nach verschiedenen Richtungen hin ausgebildeten Hauptseitenwurzeln schon fast ebenso

¹ Splettstößer, A.: Zum Unterschied von Kiefernfaat- und -pflanzbeständen verschiedener Art. Dissert., Eberswalde, u. Sonderschrift. Neudamm: Neumann 1928.

groß wie bei der natürlichen Wurzellagerung gleich alter Saatkiefern. Die Überlagerungen, Stauchungen und Knickungen bleiben aber auch dann noch zu sehen und führen an den gegenseitigen Berührungsstellen der Wurzeln zu mehr oder minder unvollkommenen Verwachsungen, z. T. mit Borkeresten und Erdeinschlüssen, von denen aus möglicherweise öfter Infektionen der Wurzel stattfinden, worauf die an solchen Stellen beobachtete Verkienung hindeutet.

Jedenfalls macht das ganze Wurzelsystem der Kiefer im jugendlichen Alter noch den Eindruck einer mehr oder minder starken Mißbildung gegenüber dem normalen der Saatkiefer (vgl. Abb. 189 a—c). Dies hat schon früher Bedenken und eine lebhaftige Bewegung gegen die Klemmpflanzung hervorgerufen¹.

Auch in Schweden hat Wibeck (Mitt. d. forstl. Versuchswes. Schwedens, H. 20) eine große Zahl solcher Wurzelmißbildungen und so starke Abgänge in seinen Klemmpflanzungen gefunden, daß er ernstlich vor diesen warnen zu müssen glaubt. Dort handelte es sich aber auch um das Wartenbergische Stieleisen, das sehr enge Löcher herstellt und auf den steinigten schwedischen Böden sicher besonders roh wirkt.

Demgegenüber wurden schon auf der Versammlung des Mecklenburgischen Forstvereins im Jahre 1883 152 Wurzelstöcke von Kiefern aus Klemmpflanzung von verschiedenem Alter bis zu 23 Jahren vorgelegt, an denen festgestellt wurde, daß die Bewurzelung besonders an den herrschenden, älteren Stämmchen, die ja den Zukunftsbestand bilden, mehr und mehr normal wurde (vgl. oben die Feststellungen v. Splettstößer jun.). Auch muß man den Bedenken von Dücker, Spitzenberg u. a. doch die Tatsache entgegenhalten, daß seit 8—9 Jahrzehnten auf vielen Tausenden von Hektaren die Kiefer in Norddeutschland geklemmt worden ist, ohne daß man im großen schwere und dauernde Schäden an den betreffenden Beständen festgestellt hat. Einzelne absterbende Stangen, die man

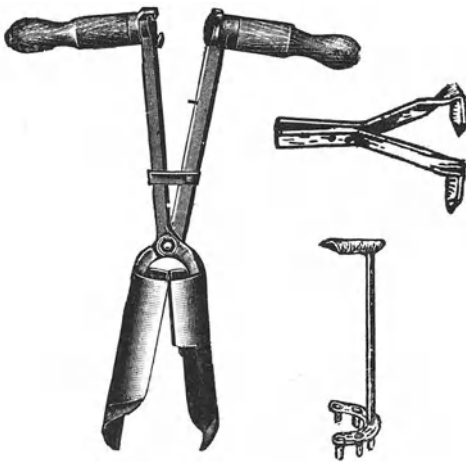


Abb. 190. Zangenbohrer von Splettstößer sen. mit Kranoldschem Pflanzenhalter (rechts oben) und Kranoldschem Andrücker (rechts unten).

öfter ausgezogen und an denen man dann schwere Mißgestaltungen des Wurzelsystems festgestellt hat, beweisen noch nichts Durchschlagendes gegen die Brauchbarkeit der Methode im großen. Ob die etwas schonendere, aber auch wegen der Notwendigkeit, kniend oder tiefgebückt zu arbeiten, auch viel anstrengendere Handspalt-pflanzung eine bessere Wurzellagerung ergibt, ist bisher noch nicht erwiesen. Die große Praxis im ostdeutschen Kiefernwalde ist daher auch trotz aller theoretischen Bedenken noch immer bei der Klemmpflanzung geblieben. Weitere Untersuchungen über die Entwicklung und Wurzelbildung älterer aus Klemmpflanzung hervorgegangener Bestände wären aber immerhin erwünscht.

Die Lochpflanzung. Eine andere Art der Pflanzung ist die Lochpflanzung, bei der mit Spaten, Hacken, Hohlspaten oder Erdbohrern die Erde heraus-

¹ Vgl. v. Dücker: Ist die Pflanzung junger Kiefern mit entblößter Wurzel eine empfehlenswerte Kulturmethode? Z. f. Forst- u. Jagdwes. 1883, S. 65, und zum gleichen Thema ebenda 1884, S. 45. — Spitzenberg: Über Mißgestaltungen des Wurzelsystems der Kiefer und über Kulturmethoden. Neudamm 1908. — Dagegen Müller: Zur Kiefernjährlingspflanzung. Z. f. Forst- u. Jagdwes. 1883, S. 263 und Bericht über die 11. Versammlung d. Ver. Mecklenb. Forstw. 1883. — Die ganze umfangreiche Literatur s. bei Splettstößer: a. a. O.

genommen, ein Loch hergestellt und die Pflanze dann in dieses durch Einfüllen der Erde mit dem Spaten und der Hand verpflanzt wird.

Zur Herstellung der Löcher wird in der Ebene meist der Spaten angewendet (Grabelöcher). Im Gebirge auf steinigem Boden benutzt man meist die Kulturhacken dazu (vgl. S. 375) (Hacklöcher). Daneben gibt es noch verschiedene Hohlspaten, wie den Heyerschen, den Spiralbohrer von Biermanns u. a. heute seltener gebrauchte Formen. Ebenso gehört hierher der Splettstößersche Zangenbohrer (Abb. 190), der sich ver-

mittels einer schraubenartigen Schneide in den Boden einbohren läßt, diesen im ganzen aushebt und dann beim Öffnen neben dem Loch ablegt. Zubehörteile dazu sind der Kranoldsche Pflanzenhalter, in den man die junge Pflanze über der Mitte des Lochs einhängt, und der Andrücker, mit dem man die Füllerde des Pflanzlochs nachstopft.

Bei kleineren Löchern (jungen Pflanzen) hält der Pflanzler mit der linken Hand die Pflanze in die Mitte des Loches ein und krümelt und stopft die Erde, ähnlich wie bei der Handspaltpflanzung, um die Wurzeln, bis das Loch wieder gefüllt ist. Zum Schluß wird gewöhnlich mit beiden flachen Händen oder wohl auch leicht mit der Sohle angedrückt. Bei größeren Pflanzen (Lohden und Heistern) sind gewöhnlich zwei Personen erforderlich, von denen eine die Pflanze in richtiger Höhe und gerader Stellung einhält, und die andere die Erde mit der Hand und dem Spaten einfüllt.

Bei Flachwurzeln, wie z. B. bei der vierjährigen Fichte, ist es üblich, auf dem Boden des Loches einen flachen Hügel von lockerer Erde zu formen, auf dem die Seitenwurzeln strahlig ausgebreitet und in möglichst natürliche Lage gebracht werden (Abb. 191). Dem gleichen Zweck dient auch der Henningsche Pflanzstichel (Abb. 192), der auf den lockeren Boden des Loches aufgedrückt wird und diesem die entsprechende Form gibt.

Eine völlig natürliche Wurzellagerung läßt sich aber auch bei dieser verhältnismäßig umständlichsten und sorgfältigsten Pflanzart nicht erreichen und noch viel weniger bei den Pfahlwurzeln, wie besonders bei der Kiefer, wo die in die Tiefe gehenden Wurzeln ein solches seitliches Ausbreiten unmöglich machen, und wo auch der enge Verband und die alljährlichen großen Flächen raschere und billigere Verfahren fordern. Spitzenberg hat daher aus der Beobachtung heraus, daß sich beim Beschneiden der Wurzeln an der Schnittstelle rasch und zahlreich neue Wurzeln bilden, ein vorheriges Abschneiden aller lang herabhängenden Seitenwurzeln und für die Spaltpflanzung auch aller aus der Spaltebene heraustretenden stärkeren Seitenwurzeln, den sog. Fächerschnitt, empfohlen (Abb. 193). Die an den Schnittstellen neugebil-

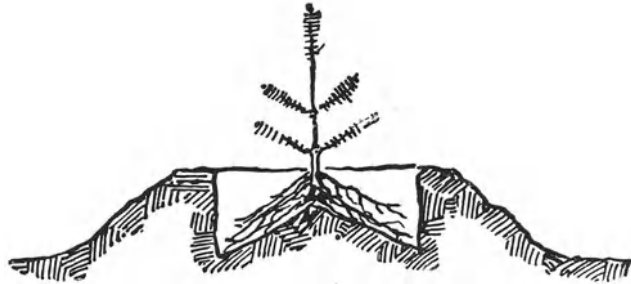


Abb. 191. Lochpflanzung mit flachem Hügel auf dem Grunde des Lochs zur natürlichen Wurzellagerung für Flachwurzler. Nach E. E. Neumann.



Abb. 192. Henningscher Pflanzstichel zur Fichtepflanzung mit natürlicher Wurzellagerung.

deten Wurzeln nehmen dann gleich die natürliche Lage an, während das Vorhandensein umgebogener Wurzeln die Ausbildung neuer hemmen soll. Spitzenberg hat den Fächerschnitt vor dem Verpflanzen bei sich selbst in größerem Umfange durchführen lassen, und auch von anderer Seite wird er empfohlen, ohne daß aber nähere vergleichende Untersuchungen über die Gesamtwirkung vorliegen. Jedenfalls erschwert und verteuert die Ausführung des Wurzelverschnittes das Pflanzgeschäft immerhin etwas, und die Stellungnahme dazu wird davon abhängen, ob man den Schaden aus einer anfänglich unnatürlichen Wurzellagerung für wirklich so nachhaltig und schwer hält, wie dies die Gegner der Klemmpflanzung tun, oder nicht (vgl. S. 414.)

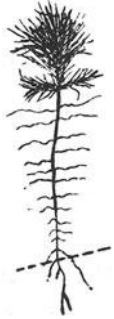


Abb. 193.
Wurzelverschnitt
an jungen
Kiefernpflanzen
(Spitzenberg-
scher Fächer-
schnitt).
Nach Dittmar.

Einen von ganz anderen Gesichtspunkten ausgehenden Wurzelverschnitt stellt das Beschneiden beim Verpflanzen von Lohden und Heistern dar. Da sich solche starken Pflanzen meist nicht ausheben lassen, ohne daß stärkere Seitenwurzeln abreißen oder gequetscht werden, und andere zu lang sind, um in dem ausgehobenen Pflanzloch untergebracht zu werden, so beschneidet man derartige Wurzeln allgemein mit einem scharfen Messer oder einer Gartenschere vor dem Einsetzen.

Entsprechend wird auch die Krone dann etwas zurückgeschnitten, um einen Ausgleich für die verringerte Wasserzufuhr zu schaffen. Man sucht dabei der Krone eine kegelförmige Gestalt zu geben (Pyramidenschnitt). Ebenso werden Zwiesel, sperrige und knickige Äste bei dieser Gelegenheit mit entfernt.

Die Pflanztiefe. Eine ebenfalls noch nicht endgültig entschiedene Frage ist die, ob ein etwas zu tiefes Einsetzen den Pflanzen schadet oder nicht. Bei der flach wurzelnden Fichte, bei der ein Zutiefpflanzen von vornherein auch am unnatürlichsten erscheint, ist eine Schädigung hierdurch bisher allgemein angenommen worden.

Sehr nachdrücklich ist Reuß¹ gegen die Folgen des zu tiefen Pflanzens bei der Fichte aufgetreten und hat sie durch Abbildungen von Mißgestaltungen solcher Wurzeln zu belegen versucht. Dabei sind aber jedenfalls noch andere Umstände, auf die er selbst hinweist, von Einfluß gewesen, wie Klemmen, Einstopfen in sehr enge Pflanzlöcher u. a. m. Wenn er z. B. gerade von dem ältesten untersuchten Bestande (48 jährig) selber sagt, daß er „nachgewiesenermaßen auf recht verwahrlostem Boden und nach einstimmiger Aussage von Gedenkännern in Hügel mittels Setzholzes in ungewöhnlich liederlicher Ausführung gepflanzt sei“, so ist es doch unzulässig, die beobachteten Folgen (Wurzelfäule, Dürrlinge, Windwurf) auf das zu tiefe Einpflanzen allein zurückzuführen. Bühler² berichtet dagegen von seinerseits ausgeführten Versuchen mit 4 und 8 cm zu tief gesetzten Fichten sowie 5 und 10 cm zu tief gepflanzten Fichten, Tannen, Kiefern, Lärchen und zahlreichen Laubhölzern, nach denen sich weder ein stärkerer Abgang, noch auch nach 8—10 Jahren ein Unterschied im Wachstum gezeigt habe. (Bei den zu tief gepflanzten Fichten hatten sich die unter die Erde gekommenen Zweige sogar bewurzelt!)

Die einjährige Kiefer wurde im Osten besonders auf leichtem Sandboden gern noch mit den untersten Nadeln in die Erde gesetzt, was etwa einem Zutief von 2—3 cm gegen den natürlichen Stand entspricht. Man wollte damit das vielfach beobachtete Auswehen bei trockenem Wetter vermeiden. Auch hiergegen sind schwerwiegende Einwendungen erhoben.

Geist³ wies einen Zusammenhang zwischen der höheren Lage der Seitenwurzeln und größerer Stammstärke bei der Kiefer gegenüber Stämmen mit tiefer liegenden Seitenwurzeln nach. Und auch Wiebecke machte immer darauf aufmerksam, daß die Stämme mit hohem

¹ Reuß: Die forstliche Bestandesgründung, S. 248ff. Berlin 1907.

² Waldbau Bd. 2, S. 391.

³ Geist: Welchen Einfluß hat ein zu tiefer Stand der Kiefer auf deren Lebensdauer und Ertrag? Z. f. Forst- u. Jagdwes. 1913, S. 589; 1921, S. 690.

Wurzellanlauf in der Regel auch die stärksten sind. Beide schlossen daraus auf die Schädlichkeit einer zu tiefen Pflanzung. Ein solcher Rückschluß aus derartigen Beobachtungen ist aber unzulässig. Die höhere Lage der Seitenwurzeln kann ebensogut nur eine Eigentümlichkeit der an sich wuchskräftigeren Stämme sein, oder sie kann durch zufällige Unterschiede im Boden (Humuslagerung, alte verfaulte Wurzelstränge u. dgl.) hervorgerufen werden. Die Unterschiede in der Wurzellagerung, die Geist beobachtet hat, sind zudem viel größer, als sie je durch ein Zutiefpflanzen von 1jährigen Kiefern (2—3 cm, vgl. oben) hervorgerufen werden können. Meine eignen Vergleichsversuche, die ich über Hoch- und Tiefpflanzung bei der Kiefer in Chorin und im Versuchsgarten meines Instituts angelegt habe, erscheinen mir z. Z. zwar noch nicht alt genug, um abschließende Ergebnisse daraus zu ziehen. Immerhin steht so viel fest, daß sie bis jetzt (d. h. in den ersten 4—5 Jahren) keinerlei Zurückbleiben der Tiefpflanzung gezeigt haben!

Jedenfalls liegt in den meisten Fällen auch gar kein Grund vor, eine stärkere Tiefpflanzung vorzunehmen. Eine besonders ängstliche und peinliche Innehaltung des genauen natürlichen Höhenstandes scheint aber nach Bühlers und meinen eigenen Versuchen auch nicht notwendig.

Eine besondere Form der Lochpflanzung ist die Klapppflanzung nach v. Alemann, bei der die Bodendecke nur an drei Seiten des Loches durchgestoßen, der so entstandene Plaggen in der Mitte durchgeteilt, beide Teile zunächst zurückgeklappt und nach Ausführung der Pflanzung wieder auf das Pflanzloch zurückgelegt und angetreten werden (Abb. 194). Sie soll sich besonders in Bruchlagen und auf anmoorigen Böden zur Verhinderung des Auffrierens bewährt haben, setzt aber jedenfalls kräftige und hohe Pflanzen voraus, denen die nächste Nähe des Unkrautes nichts mehr anhaben kann.

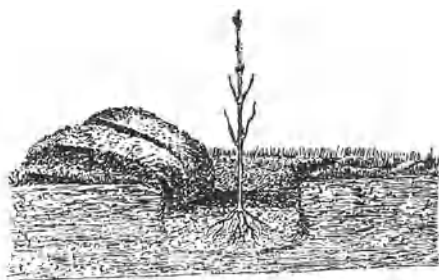


Abb. 194. v. Alemannsche Klapppflanzung (gegen Auffrieren). Nach Heyer-Heß.

Die Obenauf- oder Hügelpflanzung.

Eine in der Mitte des vorigen Jahrhunderts besonders in Sachsen und Westdeutschland vielangewendete und s. Z. sehr berühmt gewordene Methode ist die von Manteuffelsche Hügelpflanzung, scherzhaft auch „Manteuffelei“ genannt¹. Hierbei wurden auf den gewachsenen Boden Hügel von guter, schon im Vorjahr zubereiteter Erde geschüttet, die mit Rasenasche aus getrockneten und verbrannten Grasbühlen gemischt war. Diese Erde wurde in Körben von der Zubereitungsstelle auf die Pflanzstellen getragen. Der so aufgeschüttete Hügel wurde dann in der üblichen Weise bepflanzt und schließlich mit zwei halbmondförmig ausgestochenen Rasenplaggen in umgekehrter Lage (Oberseite nach unten) möglichst eng anschließend bzw. an den Enden übergreifend zugedeckt (vgl. Abb. 195). Diese Pflanzungen sollen sich besonders in Dürre Jahren und gegen Engerlingsschäden s. Z. sehr gut bewährt haben, sind aber heute wegen der hohen Arbeitskosten wohl ganz wieder außer Gebrauch gekommen.



Abb. 195. v. Manteuffelsche Hügelpflanzung (gegen Graswuchs). Nach Heyer-Heß.

Andere Formen der Hügelpflanzung in verschiedenen Spielarten sind vorzugsweise in nassen Lagen angewendet worden und unterscheiden sich von der Manteuffelschen Hügelpflanzung hauptsächlich dadurch, daß die Hügel durch Hochgraben des Bodens an Ort und Stelle hergestellt werden, wobei vielfach eine Vertiefung um den Hügel als Entwässerung dient. Außerdem werden die Hügel nicht bedeckt, da Vertrocknungsgefahr in den nassen Lagen ja nicht besteht.

¹ Manteuffel, v.: Die Hügelpflanzung der Laub- und Nadelhölzer, 4. Aufl. Leipzig 1874. — Über das Verhalten der Hügelpflanzungen in den Jahren 1857, 1858 und 1859. Allg. Forst- u. Jagdztg. 1861, S. 85.

Eine merkwürdige Abart dieser Hügelpflanzung sind die im Reinhardtswald, u. a. in der Oberförsterei Gahrenberg, noch heute sichtbaren sog. Klumpspflanzungen auf Hügeln von mehreren Metern Durchmesser, auf der dann ganze Fichtengruppen ausgepflanzt wurden¹.

Ebenso rechnen hierher noch die in solchen nassen Lagen ausgeführten Rabattenkulturen, bei denen parallele Gräben gezogen werden und der Aushub auf die Zwischenstücke ausgebreitet wird, um dann mit entsprechenden Holzarten, meist Fichte, bepflanzt zu werden.

Die Ballenpflanzung. Die Ballenpflanzung hat vor der Pflanzung mit entblößter Wurzel den Vorteil, daß ein großer Teil des Wurzelwerks in seiner natürlichen Lage und in ungestörter Verbindung mit dem umgebenden Boden bleibt. Demgegenüber spielt es eine geringere Rolle, daß ein anderer Teil der Wurzeln beim Ausstechen der Ballen abgeschnitten wird. Jedenfalls ist es eine alte Erfahrung, daß solche mit Ballen versetzten Pflanzen besonders sicher anwachsen, und daß man damit auch noch ältere und höhere Pflanzen versetzen kann als mit entblößter Wurzel, was besonders von den empfindlichen Nadelhölzern gilt. Die Ballenpflanzung mit Entnahme aus dichten Stellen von Naturverjüngungen (sog. Wildlingsballen) ist schon seit alter Zeit bekannt. Später hat

man dann hier und da besondere Ballenkämpfe auf bindigem, lehmigem oder durch Moorerde bindig gemachtem Sandboden angelegt (Kampballen) und schließlich auch aus dichtstehenden Saaten solche entnommen (Kulturballen). Ein weiter Transport ist immer teuer und auch mißlich wegen des leichten Zerfallens der Ballen. Wegen der Schwere der Ballen bedarf es dazu entweder großer Tragen, die durch zwei Männer befördert werden, oder der Anfuhr mit leichten Ackerwagen.

Die Löcher für die Ballen können entweder mit dem Spaten gemacht und die Ballen dann in gleicher Größe ausgestochen werden, oder man bedient sich dazu besser besonderer Hohlspaten oder Ballenstecher, wobei man die beste Gewähr für das genaue Hineinpassen des Ballens in das angefertigte Loch hat. Solche Geräte sind z. B. der Heyersche Hohlbohrer, der zangenartig auseinanderklappbare Jansasche Ballenstecher oder der Junacksche Hohlspaten (Abb. 196 a—c).

Nach dem Einsetzen des Ballens bedarf es bei gutem Einpassen meist nur eines leichten Antretens, um die Wände in Verbindung miteinander zu bringen. Andernfalls muß in den Zwischenraum etwas Erde mit dem Spaten nachgefüllt werden.



a) Heyerscher Hohlbohrer.

b) Jansascher Ballenstecher.

Abb. 196 a—c. Geräte zur Ballenpflanzung.



c) Junackscher Hohlspaten.

12. Kapitel. Die Pflanzenerziehung im Kamp².

Die verschiedenen Kamparten. Die eigene Pflanzenerziehung erfordert besondere gartenartige Anlagen, sog. Kämpfe, die man im allgemeinen im Walde auf eingefriedigten Plätzen herstellt. Doch ist u. U. auch ein Platz auf gutem

¹ Bauer: Eine auf Öden und sumpfigen Waldhüteländern ausgeführte sog. Klumpskultur. Allg. Forst- u. Jagdztg. 1884, S. 366.

² Literatur: Fürst, v.: Die Pflanzenzucht im Walde. Berlin 1907. — Reuß, H.: Die forstliche Bestandesgründung. Berlin 1907. — Für die Kiefer: Wiebecke: Ostdeutscher Kiefernwald, seine Erneuerung und Erhaltung. Z. f. Forst- u. Jagdwes. 1911, S. 524 ff.

Garten- oder Ackerboden außerhalb des Waldes durchaus geeignet und empfehlenswert, namentlich da, wo es sich um längere, dauernd zu benutzende Flächen (Dauerkämpfe) handelt, oder wo kein geeigneter Boden im Walde vorhanden sein sollte.

Hiervon wird in der Waldwirtschaft noch wenig Gebrauch gemacht. Man sollte sich aber die Erfahrungen der großen Pflanzenzüchtereien zu eigen machen, die alle auf solchen Flächen arbeiten. Und gerade für die ostdeutschen Kiefernreviere, in denen es manchmal an gesunden, humosen Böden im Walde fehlt, und wo die Schütteverseuchung oft große Verluste mit sich bringt, wären Kämpfe außerhalb des Waldes bei geeignet gelegenen Forsthäusern sehr zu empfehlen.

Die Kämpfe, die man nur wenige Jahre benutzt, um dann an andere Stellen weiterzugehen, nennt man **Wanderkämpfe**, solche, die nur ein- oder zweimal benutzt und die nur notdürftig eingefriedigt werden, auch wohl fliegende **Kämpfe**.

Der Dauerkamp hat den Vorteil des aufs beste gelockerten Bodens ohne Wurzeln und Steine. Seine erste Anlage ist zwar teuer, macht sich aber durch die spätere, leichtere Bearbeitung wieder bezahlt. Da man ihn immer zweckmäßig in die Nähe von Forstgehöften legen wird, ist gewöhnlich auch die Möglichkeit des Begießens in Dürrezeiten gegeben. Außerdem steht er stets unter Schutz und Beobachtung und gestattet die ständige Verwendung besonders zuverlässiger und geschickter Arbeiter. Er erfordert auf der anderen Seite freilich auch regelmäßige Düngung. Am gefährlichsten ist bei ihm die Gefahr der Verunkrautung, da sich auf dem gedüngten Boden sehr bald alle Garten- und Ackerunkräuter einstellen. Ebenso nisten sich gern die tierischen Pflanzgartenschädlinge, wie Mäuse, Wühlmäuse, Maulwürfe, Maulwurfgrille und besonders Engerlinge und Drahtwürmer, ein. Auch ist der meist weitere Transport bis zur Verbrauchsstelle in Rechnung zu stellen. Bei den Wanderkämpfen liegen die Verhältnisse im allgemeinen gerade umgekehrt. Sie erfordern aber bei mehrjähriger Benutzung auch Düngung, mindestens Gründüngung.

Auswahl des Platzes und Größe der Kämpfe. Bei der Auswahl des Platzes ist in allen Fällen ein nicht zu trockener, aber auch nicht zu feuchter Boden zu wählen. Reiner Lehm ist niemals angebracht, da er sowohl bei Dürre als auch bei nassem Wetter alle Arbeiten erschwert, bei der Kiefer auch die Bildung der Pfahlwurzel unterdrückt. Am besten ist frischer, humoser, vielleicht auch etwas anlehmiger Sand. Die Lage soll geschützt sein, insbesondere gegen alle Nord- und Ostwinde. Auch müssen ausgesprochene Frostlagen vermieden werden. Für Kiefernkämpfe ist großer Wert auf eine möglichst geringe Schüttegefährdung zu legen. Am besten geeignet sind reine Laubholzbestände oder doch Kiefernbestände mit Laubholzunterstand, aus denen man dann die Kiefern in einiger Entfernung rings um den Kamp noch weghauen kann, um Nadelüberwehung zu verhindern. Am gefährlichsten und unbedingt zu vermeiden sind freie Kulturflächen und Jungwüchse, die immer viel Infektionsmaterial in ihren abgefallenen Nadeln enthalten. Wünschenswert ist auch möglichst ebene Geländeausformung, da sonst sehr kostspielige Planierungsarbeiten erforderlich sind. Jede geringste Hanglage oder Unebenheit bringt bei starken Regengüssen Abspülung auf der einen, Zuschwemmen und Versanden auf der anderen Stelle mit sich.

Die Größe der Kämpfe richtet sich nach der jährlich zu bepflanzenden Kulturfläche und dem Pflanzverband auf dieser wie im Kamp selbst. Die nötige Größe muß erfahrungsmäßig ausgeprobt werden. Im allgemeinen rechnet man in der Kiefernkultur auf 1 ha Jährlingspflanzen eine Saatkampfläche von 0,3 bis 0,5 a und auf 1 ha zweijährige Pflanzung 2 a Versulkamp, in der Fichtenkultur bei Verwendung von zweijährigen Sämlingen 0,5—1,0 a, bei Pflanzung

vierjähriger Schulpflanzen 2—3 a. Man soll aber die Fläche lieber etwas größer als zu klein wählen, damit man in schlechten Jahren nicht in Verlegenheit gerät, und damit man geringwertigere Pflanzen aussortieren kann.

Bodenbearbeitung und Herrichtung des Kampes. Die für die Anlage des Kampes ausgewählte Fläche ist im Herbst sorgfältig zu roden. Bei der Zufüllung der Rodelöcher ist darauf zu achten, daß der humose Boden wieder nach oben kommt, am besten ist durch Aufbringung von Humus aus dem umgebenden Bestand nachzuhelfen, da andernfalls solche Stocklöcher immer Kümmerstellen im Kamp bilden. Bezüglich der Tiefe der Bearbeitung steht man heute wohl auf dem richtigen Standpunkt, daß man zur Erziehung von ein- und zweijährigen Pflanzen nur eine flache Bearbeitung vornimmt, um ein nicht zu tief gehendes, dafür oberflächlich reiches Faserwurzelsystem zu erhalten, was auch die spätere Verpflanzung erleichtert. Man gräbt daher die gerodete Fläche alsbald nach der Rodung nur spatenstichtief um. Für die Erziehung von Lohden und Heistern wird allerdings ein tieferes Rajolen oft unvermeidbar sein. Es kann dabei aber diejenige Form gewählt werden, welche die Umkehr der Schichten vermeidet (vgl. S. 376). Den umgegrabenen Boden läßt man über Winter rauh liegen, was das Durchfrieren erleichtert und zu besserer Krümelung führt. Besonders auf lehmigeren Böden (Eichenkämpe und Fichtenkämpe im Gebirge) ist dies von Bedeutung. Im zeitigen Frühjahr wird dann der Boden mit scharfen eisernen Eggen oder Hacken glatt gezogen und eingeebnet.

Die Einfriedigung wird heute allgemein aus Maschendraht gemacht, der mindestens hasendicht sein muß. Wo wilde Kaninchen vorkommen, ist unten noch ein engerer Maschendraht anzubringen, der zum Schutz gegen das Unterwühlen einzugraben ist und am besten in dem dazu ausgehobenen Graben etwas nach außen umgebogen wird. Der ganze Kamp ist außerhalb des Zaunes möglichst mit einem Stichgraben mit senkrechten Wänden zu umgeben, was nicht nur Mäuse, Rüsselkäfer u. dgl. abhält, sondern auch die Wurzelkonkurrenz vom benachbarten Bestand her unterbindet. Es ist überhaupt dafür zu sorgen, daß gegen diesen je nach Höhe und Holzart ein genügender Schattenstreifen liegenbleibt. Hierzu kann auch zweckmäßigerweise ein breiter Umweg innerhalb des Zaunes angelegt werden. Der Zaun wird dadurch zwar etwas länger, dafür hat man aber die große Annehmlichkeit, daß man an alle Stellen gut heran kann, die Arbeiter ihre Geräte in der Nähe ablegen können usw. Aus dem gleichen Grunde sind auch einige etwa 1 m breite Hauptwege im Kamp anzulegen, auf denen man mit dem Karren fahren und sich bequem ausweichen kann. Alsdann teilt man den ganzen Kamp mit der ausgespannten Kulturleine (sehr zweckmäßig und gut ist hier die Kulturleine von Spitzenberg) in Quartiere oder Gewanne bzw. in Beete ein. Für Saaten sollen diese nicht über 1—1,20 m breit sein, damit man von beiden Seiten bis zur Mitte herüberreichen kann. Die Steige zwischen den Beeten sollen mindestens so breit sein, daß der quergestellte Fuß darin Platz hat (etwa 30 cm). Sonst werden beim Säen und Jäten die Beetkanten heruntergetreten, was immer unordentlich aussieht. Die Verschulflächen mit ihrem ohnehin so weiten Pflanzenabstand, daß man dazwischentreten kann, teilt man gewöhnlich nicht in Beete ein, sondern beläßt sie in ganzen Quartieren.

Düngung der Kämpe. Bei mehrfacher Pflanzenentnahme — bei Dauerkämpfen also immer — ist wegen der Erschöpfung des Bodens durch den hohen Mineralstoffgehalt der jungen Pflanzen (vgl. Teil I, S. 187) genau wie in der Landwirtschaft eine regelmäßige Düngung notwendig. Mindestens muß so viel an Düngernstoffen wiedergegeben werden, als die jungen Pflanzen dem Boden entziehen. (Der früher oft geäußerte Gedanke, daß man insbesondere für ärmere Böden die jungen Pflanzen nicht durch Düngung verwöhnen dürfe, der sogar

so weit ging, daß die Pflanzenhandlungen solche kümmerlichen Pflanzen als besonders passend für Kulturen auf geringeren Böden empfahlen, ist ganz und gar falsch. Es ist daran nur so viel richtig, als überüppig erzogene Pflanzen mit lang aufgeschossenem Oberteil, das nicht im richtigen Verhältnis zur Wurzelentwicklung steht, überall ungeeignet sind. Solche geilen Pflanzen treiben lange und verholzen ihre jungen Triebe dann nicht früh genug. Im übrigen aber ist jede kräftige, stufige Pflanze mit reicher Bewurzelung auch auf dem ärmsten Boden der weniger kräftigen immer überlegen.

Die beste Düngung für den Kamp ist der gesunde Waldhumus, am besten von Mischbeständen. Besonders gilt das für die Kiefernwirtschaft, in der gerade die nicht zu alten Kiefernbestände mit lockerem Buchen- oder Hainbuchenunterstand solchen besten Boden zu liefern pflegen. Nach ein- bis zweimaliger Benutzung tritt aber meist schon die Notwendigkeit einer Nachdüngung ein. Die beste Form ist hier die Gründüngung mit stickstoffsammelnden Leguminosen, der eine Mineralstoffdüngung mit Kali und Phosphor vorangeht, wodurch nicht nur die Gründümpflanzen im Wachstum gefördert werden, sondern auch der Mineralstoffverlust im Boden wieder ersetzt wird. Nach der Entnahme der Forstpflanzen gibt man also zunächst auf die freigemachten Beete einen Mischdünger von etwa 2—4 kg 40proz. Kalisalz und etwa ebensoviel Thomasmehl je Ar (Phosphordüngung). Alsdann gräbt man um und sät nach einigen Wochen die Gründümpflanzen an, sobald keine Spätfrostgefahr mehr zu befürchten ist. Für Sandböden eignet sich hierzu am besten die gelbe Lupine (2—3 kg pro Ar), die namentlich, wenn sie zum erstenmal auf der betreffenden Fläche gezogen wird, am besten mit Nitragin zu impfen ist, um ihr gleich die nötigen Bakterien mitzugeben. (Für kalkreiche Lehm Böden werden Ackererbse [3—6 kg] oder Saubohne [6—10 kg] und Futterwicke [2—2,5 kg] empfohlen¹.) Die Gründümpflanzen werden dann im Spätsommer oder Herbst gemäht und entweder über Winter zur Deckung und teilweisen Verrottung auf der Fläche liegengelassen oder auch gleich untergegraben. Die oberflächlich liegenden und nicht bis zum Frühjahr verrotteten Teile müssen dann aber mit der Dreizinkenhacke oder der Harke wieder entfernt werden.

Über die beste Zeit des Abmähen und des Untergrabens bestehen verschiedene Anschauungen: einige wollen schon vor der Blüte abmähen lassen, andere erst hinterher. Noch andere empfehlen überhaupt nicht zu mähen, sondern die Gründümpflanzen auf dem Stengel verrotten zu lassen. Alle behaupten, daß auf ihre Weise die Stickstoffanreicherung am besten gewahrt würde.

Die vielfach in unseren Kämpen noch angewendete Kompostdüngung aus besonderen Komposthaufen, die man aus ausgejätetem Unkraut mit der anhaftenden Erde außerhalb des Kampes anlegt, birgt immer die Gefahr in sich, daß damit die außerordentlich zähen Unkrautsamen wieder mit eingeschleppt werden. Jedenfalls ist solcher Kompost nur nach mehrjähriger Lagerung, Versetzen mit Ätzkalk und wiederholtem gründlichen Umstechen zu verwenden.

Für Dauerkämpfe ist meist noch eine stärkere und öftere Düngung notwendig. Die großen Pflanzzüchtereien verwenden regelmäßig auch animalischen Dünger, besonders Rindviehmist, den sie meist aus Schlachthäusern, Viehhöfen u. dgl. waggonweise beziehen. Kienitz² hat im Choriner seit 50 Jahren benutzten Forstgarten mit gutem Erfolg eine Mischung von guter Moorerde mit Mergel (1 $\frac{1}{2}$ cbm pro Ar und Mischung im Verhältnis ungefähr 3:1) angewendet. Die im Vorjahr angefahrenen Haufen ließ er erst über Winter durchfrieren.

¹ Engler u. Glatz: Gründümpversuche in Pflanzschulen. Mitt. d. schweiz. Zentralanst. f. d. forstl. Versuchswes. Bd. 7, S. 319, 1903.

² Ber. d. dtsh. Forstvers. in Leipzig 1902, S. 193.

Es sind für die künstliche Düngung der Kämpfe im übrigen noch zahlreiche andere Rezepte empfohlen worden. Hier kann dafür nur auf die unten angegebene hauptsächlichste Literatur verwiesen werden¹.

Zu warnen ist jedenfalls vor der Verwendung von Kainit, dessen Chlorgehalt namentlich bei Anwendung kurz vor der Aussaat schon oft sehr geschadet hat. Ebenso ist Pferdemist wegen seiner Hitzigkeit und austrocknenden Wirkung nicht zu empfehlen. Wenn als Stickstoffdünger Ammoniaksuperphosphat oder schwefelsaures Ammon gegeben wird, darf es nie mit Kalk oder dem ebenfalls Kalk enthaltenden Thomasmehl zusammen gegeben werden, da sich sonst freies Ammoniak bildet, das die jungen Wurzeln schädigt. Ebenso sind bei Kalkstickstoff und Kalksalpeter Schädigungen beobachtet worden. Der sehr rasch wirkende Chilesalpeter soll nur als Kopfdünger in mehreren kleinen Gaben gegeben werden. Auch bei ihm ist große Vorsicht, besonders bei den Nadelholzpflänzchen, geboten.

Die Pflanzenerziehung. Je nachdem man nur Sämlinge erzielen will oder mehrjährige Pflanzen, die durch Versetzen (Verschulen) kräftiger und älter geworden sind, unterscheidet man Saat- oder Verschulkämpfe bzw. -beete. Im allgemeinen wird man beide im gleichen Kamp nebeneinander anlegen, schon um die zum Verschulen notwendigen Pflanzen gleich bei der Hand zu haben. Nur bei der Kiefer ist hiervor zu warnen und nach Haack² am besten eine Trennung von Saat- und Schulkämpfen vorzunehmen, da von den verschulerten Kiefern und deren durch Schütte abgefallenen Nadeln den jungen Saatbeeten immer eine gefährliche Nahinfektion droht. Mindestens sollte zwischen Saat- und Schulbeeten ein 2—3 m breiter und mit Lupine zu bestellender Schutzstreifen bleiben, der das Überwehen der Schüttesporen stark hindert.

Saat. Auf den Saatbeeten kann entweder breitwürfig oder in Rillen gesät werden. Ersteres ergibt bessere Ausnutzung des Platzes, lockereren Stand und eine höhere Zahl von Pflanzen auf der Fläche. Es erschwert aber das Unkrautjäten, das dann nur mit der Hand und nicht mit Geräten (s. S. 376) ausgeführt werden kann. Ebenso erfordert es große Sorgfalt beim späteren Ausheben, damit die unregelmäßig durcheinander stehenden Pflänzchen nicht durch den Spaten beschädigt werden. Die großen Pflanzenhandlungen, bei denen der Platz beschränkt und kostbar ist, säen meist breitwürfig. Im Walde ist dagegen meist die Rillensaat üblich. Am besten sind Querrillen, da sie von den Seitenstegen her am leichtesten zu bejäten sind. Etwas breitere Rillen haben den Vorzug, daß die Pflänzchen in ihnen nicht so dicht aneinandergedrängt stehen wie bei den ganz schmalen Rillen (sog. Bürstensaaten). Die Rillen werden entweder mit Brettern, auf deren Unterseite entsprechende Leisten angebracht sind, in den gelockerten Boden eingedrückt (Saatabretter, Abb. 197 a), oder man benutzt dazu besondere Rillenzieher, wie z. B. den sehr brauchbaren von Spitzenberg (Abb. 197 b) mit auswechselbaren Rillrädern von verschiedenem Profil für die einzelnen Samenarten (Abb. 197 c). Die Aussaat geschieht entweder mit der Hand (so bei allen größeren und schwereren Samen) oder für leichtere Samen mit dem Sähorn (vgl. S. 403). Eine besondere Sämaschine für den Kamp ist der Spitzberg'sche sog. Schwebedrill (Abb. 197 d), der Rillendrücken und Aussaat gleichzeitig in einem Hin- und Wiedergang unter gleichzeitigem Kippen des Apparates von der vorderen auf die hintere Antriebswalze ausführt. (Die Maschine kann auch durch Umlegen der Zahnradkette nur für den Vorwärtsgang eingestellt und dann als Sämaschine für Freisaaten gebraucht werden.)

¹ Grundner: Die Düngung im Forstbetriebe, insbesondere in Forstgärten. Ber. d. Harzer Forstver. 1897. — Hallbauer: Düngung der Saatschulen. Allg. Forst- u. Jagdztg. 1899, S. 320. — Brill: Düngungsversuche in den Pflanzgärten. Ebenda 1900, S. 402. — Ostner: Düngung der Saatschulen. Forstwiss. Zbl. 1899, S. 240. — Schwappach: Düngungsversuche. Dtsch. Forstztg. 1901, S. 34. — Ramm: Rationelle Düngung der Forstgärten. Bericht über die 17. Versammlung d. württemb. Forstver. zu Calw 1900. — Hofmänner: Düngung der Pflanzgärten. D. prakt. Forstwirt f. d. Schweiz 1900, S. 6.

² Haack: Der Schüttepilz der Kiefer. Z. f. Forst- u. Jagdwes. 1911, S. 66.

Die Saatmengen sind je nach der Keimkraft, und je nachdem man sich für Dicht- oder Dünnsaat entscheidet, und wie weit man den Rillenabstand wählt, natürlich recht verschieden. Im allgemeinen rechnet man bei einem Rillenabstand von 15—20 cm je Ar etwa: Kiefer 0,3—0,6 kg; Fichte 0,5—1 kg; Lärche 1—2 kg; Tanne 3—5 kg; Eiche 10—20 l; Buche 20—30 l; Esche, Ahorn, Ulme, Hainbuche 1—2 kg; Erle 2—3 kg; Birke 0,5—1 kg (letztere beide Vollsaaat).

(Alle diese Zahlen haben aber bei den seltener im Kamp erzeugten Holzarten einen sehr zweifelhaften Wert, da wirklich genügende Erfahrungen für solche Durchschnittswerte nirgends vorliegen¹. Sie sollen hier nur einen ungefähren Anhalt geben und müssen im übrigen in vorkommenden Fällen selbst ausprobiert werden.)

Die Zwischenräume zwischen den Rillen können zur besseren Erhaltung der Feuchtigkeit und zur Unterdrückung des Unkrautwuchses auch mit Moos bedeckt

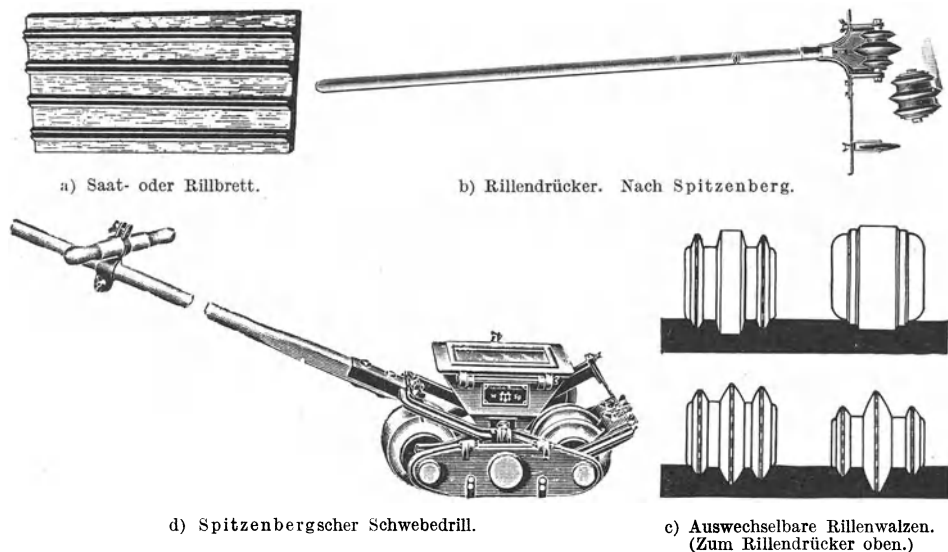


Abb. 197 a—c. Geräte zur Kamparbeit.

werden, auf welches zur Verhinderung des Verwehens kurze, der Beetbreite entsprechende Knüppel gelegt werden. Noch praktischer erscheint das Bedecken mit kurzen zugeschnittenen Brettern, wie ich es in Schweden gesehen habe. Gegen Austrocknung und Sonnenbrand, ebenso gegen Spätfröste, schützt man die Saatbeete bei empfindlichen Holzarten und im Zustand der ersten zarten Entwicklung entweder durch sog. Deckgitter aus Holzlatten oder durch Strohmatte, die auf einem leichten Stangengestell bei entsprechendem Wetter über den Beeten aufgelegt werden (so z. B. bei Thuja, Douglasie und anderen ausländischen Holzarten). Doch genügt oft auch ein loses Überdecken von Reisig oder ein seitliches Bestecken der Beete mit solchem, besonders gegen die Südseite hin. Zum Schutz gegen Barfröste oder das sog. Ausfrieren im Winter auf feuchten, sehr humosen Böden ist ein leichtes Übersanden das beste Gegenmittel.

Die Verschulung. Will man zur späteren Verwendung in der Freikultur ältere und stärkere Pflanzen erziehen, so ist der Stand im Saatbeet meist zu eng. Man muß die Pflanzen daher herausnehmen und dann einzeln in weiterem Verbands wieder verpflanzen. Dies nennt man Verschulen.

¹ Vgl. dazu die Gegenüberstellung der Angaben verschiedener Autoren in Heyer u. Heß: Waldbau, 5. Aufl., S. 281.

Die Frage, ob man zur Erziehung 2jähriger Kiefern oder 3- und 4jähriger Fichten verschulen soll oder nicht, wird hier und da noch verschieden beantwortet. Von manchen wird nämlich entgegengehalten, daß die Verschulung immer eine Störung der Entwicklung bedeute und daher besser durch Dünnsaat von vornherein oder durch nachfolgendes Verdünnen (Ausziehen mit der Hand oder Ausschneiden mit der Schere) zu ersetzen sei. Andere sehen in dem Verschulen zwar ein notwendiges Übel, das aber auch seine gute Seite habe, insofern das Wurzelsystem dadurch geschlossener und für die spätere Auspflanzung geeigneter bleibt,



Abb. 198. Verschulung von 1jährigen Kiefern am Grabenrand.
Aufn. der Ifa, Eberswalde.

während sich andernfalls gern lange und zerstreute Seitenwurzeln und ebenso eine unnötig lange Pfahlwurzel bilden, die doch später gekürzt werden müssen. Übrigens kommt bei der Verdünnung auch der Verlust an brauchbaren Pflanzen in Betracht, da viele an sich gute nur wegen des nötigen Abstandes vernichtet werden müssen. Im großen und ganzen wird daher in der Praxis fast allgemein die Verschulung beibehalten.

Man verschult meistens am Grabenrand, indem man an der gespannten Schnur einen spatenstichtiefen, schmalen Graben aushebt und

dann die Pflanzen an den Rand anhalten und mit dem Aushub einfuttern läßt (Abb. 198). Bei größeren Verschulflächen, wo das Einzeleinhalten zu langsam

geht, bedient man sich sog. Pflanzbretter, d. h. schmaler Latten, an deren Kante alle 5 cm eine Kerbe eingeschnitten ist, in die die kleinen Sämlinge eingehängt werden. Das ganze Brett mit den eingehängten Pflanzen wird dann an den Grabenrand gehalten und der Graben mit Erde zugefüllt. Zum Schluß wird das Pflanzbrett vorsichtig nach hinten weggezogen.

Man kann aber auch in Löchern mit den üblichen Pflanzhölzern und Klemmspaten verschulen.

In Chorin ist seit alter Zeit ein sehr praktischer und rasch fördernder Verschulspaten in Gebrauch, der aus einem dicken hölzernen, mit Eisen beschlagenen Klemmspaten besteht, dessen Blatt der Länge nach halbiert ist (vgl. Abb. 199). Die Pflanzlerin stößt den Spaten immer hart an der gespannten Pflanzleine in den Boden und schließt den Spalt dann durch zweimaliges Einstechen, wodurch gleich die gewünschte Pflanzweite hergestellt wird. In ganz großen Betrieben wird oft mit besonderen Verschulmaschinen gearbeitet.

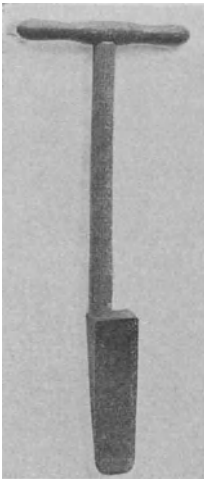


Abb. 199. Choriner Verschulspaten.

Der Verband bei der Verschulung richtet sich nach der Größe der zu erziehenden Pflanzen. Aber auch bei den kleinsten soll die Reihentfernung nicht unter 15 cm heruntergehen, damit die Arbeiterinnen bequem zwischen die Reihen treten können. Zur Erziehung von Kleinpflanzen genügt einmalige Verschulung. Lohden und Heister muß man gewöhnlich alle 2—3 Jahre wieder verschulen.

Die gewöhnlichsten Verbände und Alter sind: Kiefer 15 × 10 cm, als 1 jährige verschult, als 2jährige verpflanzt; Lärche 15 × 15—20 cm, als 1 jährige verschult, als 2—3jährige ver-

pflanzt; Fichte 15×15 —20 cm, als 1- oder 2jährige verschult und als 3- oder 4jährige (im Gebirge auch 5jährig) verpflanzt; Tanne 15×20 cm, als 2—3jährige verschult und als 5- bis 6jährige verpflanzt; Eiche, Buche und die meisten anderen Laubbölzer 15×20 cm, 1—2jährig verschult, 2—3jährig verpflanzt oder zum zweiten Male in 20 — 30 -cm-Quadrat verschult und im 4.—6. Jahre als Lohden bzw. nach nochmaliger Verschulung auf 50×50 cm im 6.—8. Jahre als Heister verpflanzt. Selbstverständlich sind auch diese Zahlen nur als Durchschnitt zu betrachten.

Pflege und Schutz der Kämpfe. Die Hauptpflege aller Kämpfe besteht in der sorgfältigen und dauernden Unkrautfreihaltung mit den dazu geeigneten Hackgeräten oder mit der Hand. Dies ist nicht nur notwendig, weil die Unkräuter den Mineralstoffentzug erhöhen, sondern weil sie auch viel Wasser verbrauchen, und weil man sich bei der raschen Blüte und Samenreife des Unkrautes dieses immer mehr in den Kamp hineinzieht. Ein sauber gehaltener Kamp gilt mit Recht als Prüfstein eines sorgfältigen und gewissenhaften Beamten. Nach langen und schweren Regenzeiten ist eine Bodenlockerung mit der Krümelharke od. dgl. angezeigt.

Mäuse sind durch Giftweizen, der in Drainröhren ausgelegt wird, zu vernichten, Maulwürfe durch Fallen zu fangen, Vögel (Finken) durch Mennigen des Samens (S. 402) oder durch aufgehängte Scheuchen abzuhalten. Bei Werren sucht man die Nester auf und zerstört sie, Engerlinge läßt man beim Umgraben sorgfältig auslesen und töten. (Schutz gegen Frost und Dürre durch Bedecken, Bestecken und Begießen.)

Schließlich sind bei Lohden und Heistern Zwieselbildungen mit der Gartenschere zu beseitigen und fehlerhafte Ast- und Stammbildungen möglichst durch entsprechenden Verschnitt zu verbessern.

13. Kapitel. Aufforstungen und Meliorationen.

Die Bestandesbegründung auf Nichtwaldböden stellt meist besonders schwierige Aufgaben dar und bringt oft so ungünstige Verhältnisse mit sich, daß die Aufforstung meist mehr vom Gedanken der Wiedergewinnung ertraglosen Bodens für die Landeskultur getragen wird, als vom Gesichtspunkt der Rentabilität. Aufforstungen sind daher fast überall Aufgaben staatlicher Wirtschaft oder großer mit staatlichen Zuschüssen arbeitender Verbände¹.

1. Die Ackeraufforstung. Oft sind es im Wald liegende Enklaven oder in ihn einschneidende und seinen Grenzverlauf störende Zuschnitte oder besonders arme, ungenügende Erträge bringende Feldstücke, die zur Aufforstung gelangen. In den meisten Fällen handelt es sich um geringe Böden, für die nur anspruchslose Holzarten wie die Kiefer, in Berglagen wohl auch die Fichte, zur Bestandesbegründung benutzt werden. Zweckmäßig ist in solchen Fällen immer ein Voranbau von Lupine nach vorheriger Düngung mit Kali und Phosphorsäure. Auch Zwischenanbau von perennierender Lupine hat sich besonders auf Gebirgsböden zwischen Fichte vielfach sehr bewährt. In früheren Zeiten wurde bei uns und wird im Baltikum auch heute noch vielfach die Erstaufforstung unter einer sog. Deckfrucht, meist Hafer, auch Roggen, vollzogen, der in einer dünnen Übersaat gegeben und dann über den dazwischen aufgelaufenen Kiefernsaatreihen hoch abgeschnitten wird. Der Ertrag soll einen gewissen Teil der Aufforstungskosten decken, die Deckfrucht soll noch etwas Schutz gegen Unkraut im ersten Jahre geben und eine gewisse Schattengare hervorrufen. Diese Art der Aufforstung verspricht aber nur da einen guten Erfolg, wo der Acker noch nicht

¹ So z. B. die Provinzialforstverwaltung in Hannover, der Heidekulturverein in Schleswig, die Dänische Heidegesellschaft, die Niederländische Heidemaatschappij u. a.

zu sehr ausgesogen ist, und die Deckfrucht selbst noch einigermaßen wächst. In anderen Fällen scheint der Lupinenanbau besser. Man kann die Lupine im Herbst unterpflügen, im Frühjahr abeggen und dann Kiefern säen oder noch besser in die über Winter auf dem Halm verrottete Lupine hineinpflanzen. In vielen Fällen hat man aber auch ohne Voranbau gleich die Kiefer auf den umgepflügten Acker gebracht. Alle diese Aufforstungen wachsen, wenn nicht besonders arme oder stark verqueckte Böden (*Triticum repens*) vorliegen, im Anfang oft recht gut.



Abb. 200. Sterbehorst im Kiefernstangenholz in einem Aufforstungsbestand. Links im Vordergrund, unmittelbar angrenzend, gleichaltrige frohwüchsige und gesunde Douglasie. Aufn. von A. Zimmermann.

Leider stellt sich im Dikungs- und Stangenholzalter meist immer eine rätselhafte Erkrankung der Bestände, die „Acker-tannenkrankheit“ oder „Ackersterbe“ ein, bei der nester- und horstweise, oft ringförmig fortschreitend, die jungen Stämmchen absterben (vgl. Abb. 200). Fast immer findet man an ihnen faulige und verkiente Wurzeln, besonders ist die Pfahlwurzel ungenügend entwickelt und erkrankt. Fast immer kann man daran den Kiefernwurzelpilz, *Polyporus annosus* (*Trametes radiciperda*), finden. R. Hartig sah deshalb auch in diesem den eigentlichen Erreger der Krankheit und empfahl die Anlage von Ringgräben um die befallenen Stellen zur Verhütung der Weiterverbreitung. Da aber Albert¹ in solchen Gräben gerade eine besonders reichliche Fruchtkörperbildung des Pilzes fand, können sie als ein zuverlässiges Gegenmittel gegen die Verbreitung desselben nicht angesehen werden. Auch kommt der Pilz noch sonst durchaus nicht selten an den verschiedensten Holzarten im Walde vor, ohne Erkrankungen hervorzurufen. Möller hat an 163 Bäumen Infektionsversuche auf alle mögliche Weise vorgenommen, aber nirgends eine Infektion hervorrufen können². Wenn eine solche nur auf alten Acker- und Nichtwaldböden auftritt, so kann der Pilz wohl nur eine sekundäre Rolle spielen (vgl. auch Teil I, S. 186). Trotzdem will man mit den Ringgräben hier und da doch den Erfolg gehabt haben, daß man das Absterben auf die Fläche innerhalb derselben beschränkt hat³. Albert sagt daher, daß man die

¹ Albert: Besteht ein Zusammenhang zwischen Bodenbeschaffenheit und Wurzel-erkrankung der Kiefer auf aufgeforstetem Ackerland? Z. f. Forst- u. Jagdwes. 1907, S. 283 u. 353. ² Z. f. Forst- u. Jagdwes. 1897, S. 80.

³ So in Charlottenhof, worüber Albert (a. a. O.) berichtet, auch in Frankreich (Mitt. von Schwappach: Z. f. Forst- u. Jagdwes. 1906, S. 329).

Isoliergräben da, wo man sich davon Erfolg verspräche, ruhig anwenden sollte, da sie in keinem Falle schaden könnten. Wenn Albert auch auf vielen aufgeforsteten Ackerböden schlechte physikalische Bodenverhältnisse (geringes Porenvolumen und Verfestigung in der Schicht der sog. Pflugsohle) gefunden hat, so bleibt es noch immer rätselhaft, warum das Absterben sich nur auf mehr oder minder zahlreiche Horste beschränkt, da die Verhältnisse nach den Albertschen Untersuchungen hier keinerlei eindeutige Unterschiede zugunsten der nichtbefallenen Stellen erbracht haben, und bei der allgemeinen Verbreitung des Pilzes in den befallenen Beständen die fleckenweise Abgrenzung der Sterbehorste schwer damit zu vereinen ist. Da sowohl Kiefer wie Fichte befallen werden, rät Albert, die Aufforstung möglichst mit anderen raschwüchsigen und genügsamen Holzarten, wie Birke, Aspe, Weißerle, Roteiche und Akazie vorzunehmen oder, wo man auf Kiefer und Fichte nicht von vornherein verzichten zu können glaubt, doch möglichst innige Mischkulturen von ihnen mit den vorgenannten Holzarten anzulegen. Auch die Douglasie scheint übrigens immun zu sein¹. Jedenfalls empfiehlt es sich, die Sterbelücken möglichst bald abzurunden und mit den oben genannten Holzarten anzubauen. Besonders sind nach den Erfahrungen, die in den Eberswalder Lehrforsten gemacht wurden, Roteiche und Akazie dazu geeignet (vgl. Abb. 201).



Abb. 201. Ehemaliger Sterbehorst der Kiefer auf früherem Ackerboden in der Oberförsterei Eberswalde, abgetrieben und mit Akazie ausgepflanzt. Aufn. von Dengler.

Ein ebenfalls rätselhafter, aber glücklicher Umstand ist es, daß die Erkrankung nach Erreichung ihres Höhepunktes im Stangenholzalder, etwa vom 50. bis 60. Jahre, überall von selbst zum Stillstand zu kommen scheint. Die vielen ungünstigen Voraussagen, die man den befallenen Beständen s. Z. gestellt hatte, daß sie vollständig zusammenbrechen würden, sind wohl nirgends eingetreten. Danckelmann hielt es z. B. noch für notwendig, in der Oberförsterei Eberswalde, die große Ackeraufforstungsflächen enthält, mit Rücksicht auf das massenhaft einsetzende Absterben im Stangenholzalder einen besonderen Plenterwaldblock einzuführen, den er mit Beziehung auf den Wurzelpilz „Pilzplenterwald“ nannte. Heute hat auch dort das Absterben überall aufgehört.

2. Die Heideaufforstung. Besonders große Gebiete, die schon seit Jahrhunderten wertlos sind, in der Hauptsache nur die Heide (*Calluna*) tragen und meist nur eine sehr geringwertige Nutzung als Schafweide liefern, befinden sich im nordwestdeutschen Heidegebiet (vgl. S. 10) und in den angrenzenden Nachbarländern, besonders in Jütland und Holland. Kleinere Heideflächen kommen

¹ Vgl. Zimmermann: Untersuchungen über das Absterben der Nadelhölzer in der Lüneburger Heide. Z. f. Forst- u. Jagdwes. 1908, S. 357 und Abb. 200.

aber noch längs der ganzen Ostseeküste, in der Niederlausitz und auf vielen der westdeutschen Mittelgebirge vor. Die Verhältnisse sind je nach der geographischen Lage und den besonderen Böden zu verschieden, um hier in allen Einzelheiten und Abweichungen eingehend besprochen zu werden. Es sollen vielmehr nur die hauptsächlichsten Fragen der Aufforstung im eigentlichen Heidegebiet Nordwestdeutschlands betrachtet werden. Trotzdem diese Aufforstungen jetzt schon 4—5 Jahrzehnte dauernd weitergeführt werden, bestehen über die Methoden doch noch recht abweichende Anschauungen. Bahnbrechend für unsere allgemeinen Anschauungen über den besonderen Charakter des Heidebodens und Heideklimas sind hier die Arbeiten des dänischen Oberforstmeisters P. E. Müller¹ und des preußischen Forstmeisters Dr. h. c. Erdmann² geworden. Von mehr pflanzengeographischem und ökologischem Standpunkt, aber auch auf die kulturellen Fragen eingehend, hat Prof. Graebner, Berlin, die nordwestdeutsche Heide bearbeitet³.

Eine reiche Literatur ist dann in Einzelarbeiten und in den Versammlungsberichten der Forstvereine und in den Veröffentlichungen der obengenannten deutschen, dänischen und holländischen Heidekulturvereinigungen entstanden⁴.

Schon in der Frage der Bodenbearbeitung gehen die Ansichten, ob Flach- oder Tiefkultur, auseinander. Albert und Greve sprechen sich scharf gegen die letztere, besonders gegen das Rajolpflügen aus, weil es die Rohhumuspolster in die Tiefe bringt, wo sie nicht verrotten können, dagegen den vielfach stark ausgewaschenen Bleichsand nach oben, in dem die Pflanzen nur schlecht wachsen können. Zugegeben wird aber wohl von allen Seiten, daß eine Tiefkultur dort notwendig ist, wo Ortstein auf großen Flächen ansteht. Im Hannoverschen (Provinzialforst Oerrel-Lintzel und anderswo) sind in weitem Umfange Dampfpflüge hierzu zur Anwendung gekommen. Auch Weis (s. Lit.-Verz. unten) tritt bei Ortstein für das Rajolpflügen ein, möchte aber als Abschluß noch eine Bearbeitung mit der tief eingestellten großen Siemens-Schuckert-Fräse, die dann den nach oben gebrachten Ortstein mit der Bleichsandschicht und dem umgestülpten Heidehumus gründlich durchmischt. Erdmann tritt bei fehlendem Ortstein, wie dies häufiger in Nordwestdeutschland als in Jütland und Holland der Fall ist, mehr für flache Bearbeitung, ja besser sogar nur für Abschälen der Rohhumusschicht und vollständige Entfernung oder, wo dies nicht geht, Zusammenbringen derselben auf Dämmen ein.

In Jütland und Holland wird vielfach erst eine mehrjährige Bearbeitung des Heidebodens vorgenommen, ehe man zur Aufforstung schreitet. Die Heide wird abgebrannt,

¹ Müller, P. E.: Studien über die natürlichen Humusformen. Berlin 1887.

² Erdmann: Die Heideaufforstung und die weitere Behandlung der aus ihr hervorgegangenen Bestände. Berlin 1904. — Die nordwestdeutsche Heide in forstlicher Beziehung. Berlin 1907.

³ Graebner: Die Heide Norddeutschlands und die sich anschließenden Formationen in biologischer Betrachtung. Berlin 1901. 2. Aufl. unter dem Titel: Handbuch der Heidekultur. 1904.

⁴ Von den neueren Arbeiten sind hier insbesondere zu nennen: Metzger: Über die Heide in Jütland und deren Aufforstung. Mündener forstl. Hefte 1898, 13. — Bericht über die 4. Versammlung d. dtsh. Forstver. in Kiel 1903 mit dem Thema: Erfahrungen über die Ödlandsaufforstung im Heidegebiet Nordwestdeutschlands. — Albert: Bodenuntersuchungen im Gebiet der Lüneburger Heide. Z. f. Forst- u. Jagdwes. 1912, 1913, 1914. — Greve: Begründung von Kiefernbeständen. Vortrag bei der Versammlung d. nordwestdtsh. Forstver. 1921 in Z. f. Forst- u. Jagdwes. 1922, S. 449. — Stephan: Forstliche Probleme Schleswig-Holsteins. Ebenda 1923, S. 449. — Erdmann: Über das Aufforstungsverfahren in der Oberförsterei Assen. Vortrag in Meded. van de Nederlandsche Boschbouw Vereeniging 1929 (dtsh.). — Weis: Über den Wert des Heidebodens zur Urbarmachung. Mitt. d. dän. Waldver. 1929.

dann mit dem Schälplug die Narbe losgelöst und gewendet und zunächst 1—2 Jahre liegen gelassen. Dann wird die schon etwas gelockerte und entsäuerte Rohhumusschicht durch mehrmalige Arbeit mit der Telleregge kreuz und quer zerschnitten. Schließlich kommt die Pflugarbeit mit zwei hintereinander gehenden Pflügen, von denen der erste nur bis zur Ortsteinschicht hinuntergreift, während der zweite, tiefer gehende diese durchbricht und mit dem stark gekrümmten Streichbrett nach oben bringt. Bekanntlich zerfällt der Ortstein an der Oberfläche sehr leicht und man hat in ihm nach Weis „ein sehr stickstoffreiches Bodenmaterial zum Verwesen und zur Produktion von Ammoniak und Salpetersäure“.

Vielfach wird bei den Heidekulturen, Hand in Hand mit der Bodenbearbeitung, noch eine starke Düngung mit Ätzkalk oder Mergel vorgenommen, um die Säuren zu neutralisieren und die Tätigkeit der Nitrifikationsbakterien in Gang zu bringen. Auch wird ebenso wie bei der Ackeraufforstung öfter Voranbau von gelber Lupine und Zwischenbau von perennierender Lupine vorgenommen, weil trotz des an sich reichen Stickstoffvorrates im Boden dieser doch wegen seiner ungünstigen Form zunächst nicht aufnehmbar ist und erst langsam der Ammonisation bzw. Nitrifikation zugeführt werden kann. Es ist selbstverständlich, daß derartige langjährige und umständliche Bearbeitungsverfahren auch sehr teuer werden. Auch von diesem Standpunkte aus glauben andere in leichteren Fällen mit einfacheren Verfahren auskommen zu müssen.

Eine weitere Streitfrage ist die Wahl der anzubauenden Holzarten. Im allgemeinen hatte man früher auch hier nur die Kiefer und die Fichte, teils rein, teils in Mischung miteinander, zum Anbau genommen.

In Jütland ist auch vielfach die Weißfichte (*Picea alba*) gewählt worden, da sie dem dortigen Klima, insbesondere den heftigen Seewinden gegenüber, sehr widerstandsfähig sein soll. Vielfach wurde sie auf P. E. Müllers Vorschlag hin reihenweise mit *Pinus montana* gemischt. Neben der guten Bodendeckung glaubte er ihr auch eine Wachsförderung für die Fichte zuschreiben zu dürfen, die er in der Fähigkeit vermutete, durch ihre Mykorrhizen den freien Stickstoff der Luft zu binden, wofür allerdings bisher keine Beweise beigebracht werden konnten.

Schon Emeis hatte aus dem Gedanken heraus, daß die Heide früher meist Laubwald getragen hat, seine Nadelholzkulturen in Schleswig-Holstein stark mit Laubhölzern zu mischen versucht. Erdmann hat dann in dieser Frage besonders auf die ungünstige Wirkung der Nadelhölzer Kiefer und Fichte in Nordwestdeutschland hingewiesen, die dort immer wieder von neuem Rohhumus, oft in schlimmerer Form wie die Heide, bilden. Von diesem Gesichtspunkt aus hat er schließlich den Anbau dieser beiden Nadelhölzer ganz verworfen und eine möglichst reiche Mischung von „Humuszehrnern“ (vgl. S. 192), insbesondere Lärche, Eiche, Birke und Tanne, empfohlen und zu seinen Aufforstungen benutzt. Auch die Buche ist nach seiner Meinung nur sehr mit Vorsicht zu gebrauchen. Besonders hat sich im ganzen Heidegebiet die japanische Lärche bewährt. Sie ist besonders in Schleswig schon auf großen Flächen zum Anbau gekommen. Im allgemeinen hat auch wohl die Erdmannsche Anschauung in den Kreisen der Heideaufforster mehr und mehr Anhang gefunden, und man bevorzugt heute überall den Anbau von Mischbeständen aus den genannten, nicht Rohhumus bildenden Holzarten.

Auch bei den Aufforstungen mit Kiefer und Fichte auf Heideböden hat sich in weitestem Umfange dasselbe nester- und horstweise Absterben im Stangenholzalder wie bei den Ackeraufforstungen gezeigt.

Auch aus diesem Grunde sind die Mischbestände der obengenannten Holzarten und auch der scheinbar immunen Douglasie vorzuziehen. Im übrigen werden wir in allen diesen Dingen wohl erst klarer sehen, wenn die jüngeren Versuche aus neuerer Zeit erst etwas älter geworden sind und als Baumhölzer zeigen werden, was sie leisten, und wie sich der Boden unter ihnen verhält.

3. Die Aufforstung von Flugsand und Dünen¹. Überall, wo sich vor dem Winde wehender Sand gebildet hat, wie dies in besonderem Maße an der Meeresküste, seltener im Binnenlande, der Fall ist, muß vor der Aufforstung immer erst die Beruhigung und Bindung des flüchtigen Sandes vorausgehen. Es sind dazu zwei Methoden in Gebrauch: die Bepflanzung mit sog. Strandgräsern und das Bestecken mit Reisig.

Zum Bepflanzen mit Strandgräsern wird der sog. Strandroggen (*Elymus arenarius* L.) und der Strandhafer oder Helm² (*Psamma arenaria* Beauv. = *Ammophila ar.* Lk.) benutzt. Beide Arten haben die Eigenschaft, aus ihren Stengelknoten, sobald sie über-



Abb. 202. Reisigbesteck auf den Wanderdünen der Kurischen Nehrung. Aufn. von Dengler.

sandet werden, wieder Wurzeln und Sprosse zu treiben und so bei ihrer Weiterverbreitung den Sand zu binden. Merkwürdigerweise aber untergraben sie sich dadurch ihre eigenen Lebensbedingungen. Denn sobald der Sand erst steht und kein neuer hinzukommt, hört ihr Wachstum auf, sie gehen zurück, und andere Arten treten an ihre Stelle und verdrängen sie schließlich ganz. Die Bepflanzung geschieht, immer von der Windseite anfangend, mit

kleinen Büscheln dieser Pflanzen in einem Netz mit Maschen von 2—4 m Seitenlänge. Die Pflanzen werden in einfachster Weise mit dem Klemmspaten gesetzt. Auf sehr gefährdeten Stellen werden auch noch Büschel in die Mitte der Maschen hineingepflanzt. Im allgemeinen bebüschelt man die Dünen auf der Windseite mit zunehmender Höhe immer dichter, auf der windabgekehrten Seite aber führt man nur senkrecht von oben nach unten verlaufende Reihenpflanzungen aus, damit der über die Höhe überwehende Sand sich nicht an den Querreihen festsetzen und dort Wulste bilden kann, sondern glatt herunterrieselt und sich dadurch eine gleichmäßige Böschung herstellt. Die Beruhigung und Bindung der Düne findet gewöhnlich erst nach mehreren Jahren statt und zeigt sich im Rückgang der Strandgräser und in der Benarbung des Bodens durch Silberschmiele (*Weingärtneria canescens*), Schafschwingel (*Festuca ovina* und *rubra*), Auftreten von Sandstiefmütter-

chen, Habichtskraut und anderen Kräutern. Erst dann kann man zur Aufforstung schreiten. Da der Boden sich dann aber meist schon sehr stark verfestigt hat, bedarf es zur Pflanzung erst wieder einer gründlichen Lockerung der Pflanzplätze. Aus diesem Grunde und wegen der langen Wartezeit hat man neuerdings diese sonst sehr zuverlässige und billige Methode mehr und mehr verlassen und ist zur sog. Reisigbesteckung übergegangen. Hierbei werden die Flächen in ähnlichen Netzen und Streifen mit etwa 50 cm langem Astreisig besteckt, das 20 cm tief in die Erde kommt und etwa 30 cm über diese hinausragt (Abb. 202 u. 204). Stärkere Aststücke werden zur Gewinnung von möglichst viel Material vorher aufgespalten. Das Reisig wird ebenfalls mit einem langen Spaten mit glattem Blatt in den Sand

¹ Grundlegend ist hier das große Spezialwerk von Gehrhardt: Handbuch des deutschen Dünenbaues. Berlin 1900. — Fernere Literatur: Verhandlungen d. deutsch. Forstver. in Danzig 1906, mit Referaten über Dünenanbau von Bock, Bandow in Steegen. Jentsch: Dünenbefestigung und Aufforstung im südwestlichen Frankreich. — Ferner für Flugsandbildungen im Binnenland insbesondere Wessely: Der europäische Flugsand und seine Kultur. Wien 1873. — Kerner: Die Aufforstung des Flugsandes im ungarischen Tiefland. Österr. Monatsschr. f. Forstw. 1865, S. 3. — Burckhardt: Zur Kultur des Flugsandes. Aus dem Walde 1877, S. 167.

² Die deutschen Bezeichnungen sind sehr schwankend. Vielfach wird auch *Elymus ar.* Strandhafer genannt.

geklemt. Es muß so dicht stehen, daß der Sand innerhalb der „Bestecke“ sofort zu wehen aufhört. Die auf diese Weise beruhigten Dünen können und sollen sofort ausgepflanzt werden. Das Verfahren ist aber wegen der Schwierigkeit der Holzbeschaffung sehr viel teurer.

Wo an der Meeresküste von der See her immer neuer Sand angespült wird, muß vor der eigentlichen Düne noch eine „Vordüne“ angelegt werden, die diesen Sand in sich abfängt (Abb. 203). Diese Arbeit liegt an unseren Küsten den besonderen Organen der Wasserbauverwaltung ob und fällt nicht mehr in den Bereich der Forstverwaltung.

Zur Aufforstung wird im allgemeinen nur die Kiefer und die Bergkiefer verwendet (Abb. 204), nur in den tiefen und feuchten Mulden zwischen den Dünen können auch Birke, Erle und Aspe gepflanzt werden.

Im ungarischen Tiefland hat man auf den großen Flugsandfeldern der Deliblater Sandpußta auch mit Erfolg die

Akazie und die Schwarzkiefer verwendet. Doch und Klimas wohl ganz andere Verhältnisse vor¹.

Die Bergkiefer wird wegen ihrer dichteren Bebuschung geschätzt und besonders gern in sehr windausgesetzten Lagen angepflanzt. Wo aber die Kiefer noch einigermaßen wächst, wird sie wegen der späteren Nutzungsmöglichkeit der Bergkiefer vorgezogen. Gepflanzt wird in Plätzen, die möglichst noch durch Beigabe von Meeresschlick oder Moorerde gedüngt werden. Dies verursacht zwar sehr hohe Kosten, da alles zugetragen werden muß, andererseits verringert es aber sehr stark die sonst außerordentlich hohen Nachbesserungen (bis zu 70%).

Große Flächengefährlicher Wanderdünen sind besonders auf den beiden Nehrungen des Frischen und Kurischen Haffs, aber auch sonst an der Ostsee-



Abb. 203. Schaffung einer Vordüne an der Küste der Kurischen Nehrung. Der Raum zwischen den beiden Flechtzäunen ist schon fast zugeweht. Links von der Vordüne (meeresseitig) Reihenpflanzung von Strandgräsern, im Hintergrund rechts befestigte alte Wanderdüne. Aufn. von Dengler.



Abb. 204. Mit Bergkiefer aufgeforstete alte Wanderdüne mit Resten des alten Reisigbestecks (Schwarzer Berg bei Rossitten). Aufn. von Dengler.

¹ Kiss, v.: Neuere Verfahren bei der Aufforstung der Alfölder Sandflächen. — Ajtay, v.: Die Aufforstung der ärarischen Sandpußta Deliblat. In Fekete u. Blattny: Die Verbreitung der forstlich wichtigen Bäume und Sträucher im ungarischen Staate. Selmecebanya 1914.

küste gebunden und aufgeforstet worden, wo nicht nur alter Wald und fruchtbarer Ackerboden unter ihnen begraben war, sondern wo sogar auch einzelne Dörfer mit Verschüttung bedroht waren. Auch im Innern des Landes sind seit langer Zeit, besonders seit dem energischen Eingreifen Friedrichs des Großen, viele solche Flugsandbildungen, „Sandschellen“, wie man sie damals nannte, dem Walde wiedergewonnen worden.

Bei allen derartigen Bildungen ist rasches Eingreifen bei der ersten Entstehung besonders wichtig. Aber auch nach der Bindung und Aufforstung ist, besonders an der Küste, dauernde Aufmerksamkeit geboten, um jedes Wiederauftreten im ersten Keim zu ersticken.

4. Die Aufforstung von Kalköderland¹. Obwohl Kalkgebirge einen hervorragenden Waldboden bilden, finden sich doch in ihnen, teils von Natur, teils durch Fehler in der Wirtschaft, öfter Ödlandflächen, die der Aufforstung recht schwierige Aufgaben stellen. Die meisten Kalkböden sind schon von vornherein ziemlich flachgründig. An steilen Hängen, wie wir sie gerade bei diesen Gebirgsarten vielfach finden, ist dann die dünne Bodenkrume in besonders hohem Maße der Abschwemmung ausgesetzt, und nur eine dauernde Bestockung mit dichtwurzelnden Holzgewächsen vermag hier dieser Gefahr zu begegnen. Jede unvorsichtige Entwaldung, ja schon jede zu starke Durchhauung der Bestände, Weidegang und Viehtritt können schwersten Schaden anrichten und haben das bei uns und anderswo in früheren Zeiten, als man die Gefahr noch nicht richtig erkannt hatte, in großem Umfange getan. Rasch tritt dann überall das nackte Kalkgestein zutage, das in seinen zahlreichen Spalten und Klüften alle Niederschläge außerordentlich schnell in die Tiefe versickern läßt, und das sich unter den Sonnenstrahlen bis zu unglaublich hohen Graden erhitzt² und dann nur einer kümmerlichen, besonders an Dürre angepaßten Bodenvegetation noch eine Daseinsmöglichkeit gewährt, besonders da, wo noch Reste von Bodenkrume in kleinen Spalten und Klüften oder größeren Trichtern (Dolinen) sich erhalten haben. Flachgründigkeit, Dürre und Hitze sind die drei größten Gefahren dieser Böden.

Das erschreckendste Beispiel eines solchen großen Kalködländs bieten in Europa die vollständig verkarsteten Küstengebirge an der dalmatinischen Küste, die von Triest herunter bis nach Montenegro eine vollständige Waldlosigkeit und ein einförmiges, ödes Grau von nacktem Kalkgestein zeigen. Nur unten zeigen die künstlich erzeugenen und geschützten Olivenhaine und Weingärten und oben einige schüchterne Aufforstungsversuche in günstigeren Lagen einige grüne Flecken in dieser grauen Steinwüste. Bei uns in Deutschland beschränken sich derartige Kalködländereien zum Glück nur auf kleinere Stellen, besonders im westdeutschen Muschelkalkgebiet, vor allem in Thüringen und Hannover. Man hat hier anerkennenswerterweise schon seit mehreren Jahrzehnten und zum Teil mit bestem Erfolg die schwierige Aufgabe der Wiederbewaldung durchgeführt. Ich selbst habe ein solches kleines, höchst interessantes Aufforstungsgebiet im Stadtwald Hedemünden in einem meiner früheren Reviere unter Bewirtschaftung gehabt.

Das Wirtschaftsziel muß in allen Fällen auf die Wiederanzucht des allein standortgemäßen Laubholzes, insbesondere der hier hervorragend wüchsigen Buche, in Mischung mit Edelhölzern, wie Esche und Ahorn, auch wohl in Einzelmischung mit Lärche (?) gerichtet sein. Die Bestandsbegründung mit diesen, gegen Dürre wie Fröste gleich empfindlichen Holzarten läßt sich aber auf ganz kahlem Ödland nicht gleich erreichen, sondern muß erst den Weg über den Voranbau mit genügsameren Holzarten nehmen, die

¹ Grebe: Der Holzanbau öder Kalkflächen. Aus dem Walde, H. 6, S. 94. — Stassen u. Behrisch: Über Aufforstung von Kalköderland, insbesondere in bezug auf die Weißerle und Schwarzkiefer, in der Klosteroberförsterei Göttingen. Z. f. Forst- u. Jagdwes. 1925, S. 483. — Früchtenicht: Aufforstungen von Kalköderland. Ebenda 1927, S. 488.

² Vgl. die Messungen von Krauß auf solchen Böden in der Würzburger Gegend in seiner Arbeit über: Boden und Klima auf kleinstem Raum.

den Boden zunächst wieder in Deckung bringen und durch ihren Streuabfall einen gewissen Humusvorrat schaffen müssen.

Nur in einzelnen Fällen, wo noch ein einigermaßen zahlreicher Wacholderstand auf solchen Ödflächen vorhanden ist, gelingt es mit sorgfältiger Berücksichtigung der kleinsten Standortsvorteile im Schutz der Wacholder hier und da die Laubhölzer gleich auf die Fläche zu bringen, wie z. B. im obengenannten Hedemündener Stadtwald.

Gewöhnlich ist als Voranbau wohl die Schwarzkiefer gewählt worden, die in Südeuropa ja schon von Natur vielfach auf solch flachgründigem Kalkboden vorkommt, und die von der österreichischen Forstverwaltung in großem Umfange auch bei der Karstaufforstung verwendet worden ist¹. Übrigens ist nach meinen eigenen Erfahrungen auch unsere einheimische Kiefer durchaus zu verwenden und steht der Schwarzkiefer an Genügsamkeit und Wüchsigkeit wenig nach. Aber sie hat freilich nicht den reichen Nadelabfall wie jene. Daß sie auch den Boden nicht so stark beschattet, dürfte eher ein Vorteil bei der späteren Umwandlung in Laubholz unter ihrem Schirm sein. In anderen, und gerade in besonders verzweifelten Fällen, wo auch diese Nadelhölzer versagten, was wohl besonders auf Engerlingsschaden (Mai- und Junikäfer!) zurückzuführen ist, die auf derartigen Ödlandskulturen immer eine besonders schwere Gefahr bilden, hat man zur Akazie und zur Weißerle gegriffen, die hiergegen ziemlich unempfindlich sind. Gegen die Akazie spricht aber die zu lichte Beschirmung. Viel besser ist hier jedenfalls die Weißerle. Neuere Bodenuntersuchungen in Aufforstungsbeständen bei Göttingen² haben bei ihr eine solche Überlegenheit in der Stickstoffbildung gegenüber der Schwarzkiefer (fast das Doppelte!) ergeben, daß dadurch ihre Verwendung einen neuen Antrieb erhalten muß. Im allgemeinen scheute man bei ihr bisher immer die ungemein üppige und lästige Wurzelbrut, die sich bei der Lichtung zur Umwandlung in Buche einstellte, und die zu wiederholtem und kostspieligem Ausschneiden zwang, wenn man nicht die edleren Hölzer von ihr vollständig überwachsen lassen wollte. Wenn sich das von Kranold angegebene Mittel des handbreiten Ringelns am Wurzelrand in der Saftzeit wirklich überall so glänzend bewähren sollte wie im Göttinger Stadforst³, so wäre damit wohl endgültig die Vorrangstellung der Weißerle für die Aufforstungszwecke gegeben.

Die Bestandsbegründung erfolgt in allen Fällen wegen der schwierigen Verhältnisse nur durch Pflanzung möglichst kräftiger Pflanzen. Bei der Herstellung der Pflanzlöcher muß oft noch durch Zutragen von Erde, durch Ziehen von Wasserfanggräben u. dgl. nachgeholfen werden. Der Verband ist mit Rücksicht auf baldigen Schluß nicht zu weit zu wählen. Die Kosten sind einschließlich der immer ziemlich umfangreichen Nachbesserungen natürlich hoch (500 bis 600 M. je Hektar, auch noch bedeutend höher), und der Vorbestand kann sie kaum wieder einbringen. Dafür gehört aber bei Gelingen der spätere Umwandlungsbestand auf solchen Böden mit seinen guten Buchen und Edelhölzern unbedingt zu sehr hochwertigen Bestandsformen. Die Umwandlung ist daher auch möglichst frühzeitig durchzuführen. Bei Vorbestand von Schwarzkiefer wird man naturgemäß gern bis zur Verwendung als Grubenholz warten wollen, bei Weißerlenvorbestand fällt das weg. Im allgemeinen wird die Umwandlung zwischen dem 25.—40. Jahre liegen. Unter dem gelichteten Schirmbestand werden dann am besten Buchen-, Eschen- und Ahornlohlen zwischen den alten Pflanzverband gesetzt. Sehr häufig wird sich Gelegenheit zur Wildlingsballenpflanzung mit Entnahme aus nahen Naturverjüngungen durchführen lassen, die als besonders sicher gelten kann. Gefährlich ist immer der Mäuse-

¹ Leiningen, Graf zu: Über Karstaufforstung. Forstwiss. Zbl. 1917, S. 145.

² Stassen u. Behrisch: a. a. O.

³ Vgl. Früchtenicht: a. a. O., S. 496.

schaden durch Ringelung der jungen Lohden. Ihm ist mit allen Mitteln durch sorgfältige Entfernung von allem Reisig, Schonung der Mäusefänger, auch des Fuchses, Vergiften u. a. m. vorzubeugen. Die Lichtung im Schirmbestand soll ganz allgemein zunächst nur sehr vorsichtig eingreifen, um den Graswuchs möglichst lange zurückzuhalten (was auch die Mäusegefahr vermindert). Die Buche auf Kalk verträgt unglaublich viel Schatten, und sie holt das Versäumte dann nach den späteren Nachlichtungen und der Räumung des Schirmbestandes noch reichlich nach.

Eine etwas ähnliche Aufgabe wie die Kalkaufforstungen bietet vielfach die Wiederbewaldung von Bergwerkshalden, alten Steinbrüchen und Mergelgruben. Hier eignet sich neben der Weißerle ganz besonders die Akazie zur Bestandsbegründung. Eine spätere Umwandlung etwa in Eiche oder Nadelholz wird aber nur bei besonders guten Böden und bei guter Einebnung in Frage kommen.

5. Die Mooraufforstung¹. Wo bei uns Niedermoores vorhanden sein sollten, die keinen Waldwuchs tragen, handelt es sich gewöhnlich um sehr nasse Standorte, die nur entwässert zu werden brauchen, um dann mit Erle bepflanzt zu werden, wenn sie nicht überhaupt besser in Wiesen umgewandelt werden. Ist eine Entwässerung aber nicht möglich oder zu kostspielig, wie es bei vielen, in den hügeligen Wald des Endmoränengebietes eingebetteten, abflußlosen Mulden und Schlenken der Fall ist, so kann man überhaupt nichts tun und muß diese Flächen ihrem Schicksal überlassen. Handelt es sich um Wiesenmoore, die wegen zu geringen Ertrages aufgegeben werden sollen, so ist die Bepflanzung mit Erlen oder Fichten möglich.

Eine besonders schwierige Frage ist die der Aufforstung von Hochmooren. Im allgemeinen spielt diese bei uns aber eine weit weniger große Rolle als in den nordischen Ländern, wo viel ausgedehntere derartige Flächen vorliegen, und wo auch die landwirtschaftliche Benutzung, die an sich viel aussichtsreicher ist², in den abgelegenen und dünn besiedelten Gegenden nicht in Frage kommt. In den nordischen Ländern wird daher auch die Aufforstung der Hochmoore mehrfach betrieben und hat dort auch schon bemerkenswerte Erfolge aufzuweisen. Bei uns liegen die Verhältnisse viel ungünstiger (schlechtere Entwässerungsmöglichkeiten, größere Mineralstoffarmut und schwammigere, unzersetztere Beschaffenheit der Moorschichten), so daß die Aufforstungsmöglichkeiten sehr gering sind und alle Versuche meist mit Mißerfolgen geendet haben. Auch die anfänglich sehr viel versprechenden Aufforstungen im Augustendorfer Hochmoor³ in der Oberförsterei Kuhstedt im Bezirk Stade nach sechsjähriger landwirtschaftlicher Brandvorkultur haben schließlich die Erwartungen getäuscht. Ramann sagt daher, daß bei uns vorläufig die Hoffnung aufgegeben werden müsse, unsere Hochmoore in Wald zu verwandeln. Die hier aufzuwendenden Gelder sind besser für andere, aussichtsvollere Meliorationen aufzuspahren.

6. Entwässerung und Bewässerung⁴. Die Frage einer Entwässerung im Walde ist immer heikel und mit äußerster Vorsicht zu behandeln, weil ein unvorsichtiges Anschneiden und Ableiten eines stellenweise bestehenden Wasserüberschusses namentlich auf durchlässigen Böden und auf geneigten Hanglagen im Gebirge sich oft in sehr unerwünschter Weise auf weitere Flächen auswirken und hier zu schweren Zuwachsverlusten führen kann. Bei kleinen nassen Stellen auf undurchlässigem Untergrunde (sog. Naßgallen oder Schlenken) wird eine Abführung durch Gräben zur nächsten Abflußrinne hin meist unbedenklich sein. In einzelnen Ausnahmefällen, wo nur eine dünne undurchlässige Schicht auf durchlässigem Untergrund ruht, wird man hier sogar durch einfaches Durch-

¹ Brünings: Der forstliche und der landwirtschaftliche Anbau der Hochmoore mittels des Brandfruchtbaues. Berlin 1881. — Ramann: Forstliche Bodenkunde, S. 450. 1893. — Springer: Aufforstungsmöglichkeit von Hochmooren in Deutschland und in Schweden. Z. f. Forst- u. Jagdwes. 1925, S. 105.

² Größere landwirtschaftliche Moorkolonien finden sich in Deutschland im Nordwesten (nördlich Hannover und Oldenburg) sowie in Ostpreußen (z. B. das große Moosbruch).

³ Vgl. Brünings: a. a. O.

⁴ Kaiser, O.: Beiträge zur Pflege der Bodenwirtschaft mit besonderer Berücksichtigung der Wasserstandsfrage. Berlin 1883. — Kautz, H.: Schutzwald. Forst- und wasserwirtschaftliche Gedanken. Berlin 1912. — Waldwegebau und Wasserpflege im Harz. Z. f. Forst- u. Jagdwes. 1907, S. 639. — Anderlind: Darstellung des Gebrauchswertes der Wasserfanggräben im bewaldeten Gebirgsland. Tharandter forstl. Jb. 1907, S. 71.

stoßen das Wasser versenken können. Wo es sich um größere Entwässerungen handelt, wird immer eine genaue Aufnahme des Geländes durch Nivellement und der Untergrundsverhältnisse durch zahlreiche Bodenbohrungen voraufgehen müssen, um festzustellen, ob es sich um Stauwasser von seitlich fließenden Gewässern (Flüssen, Kanälen oder Gräben), um Grund- oder Quellwasser oder um oberflächlich abfließendes Niederschlagswasser handelt, das keinen genügenden Abzug hat. In allen Fällen einer notwendigen Entwässerung im Walde sind offene Gräben angezeigt, trotzdem durch sie die Holzausbringung stark behindert wird. Die Gräben dürfen namentlich im Gebirge kein starkes Gefälle haben, weil sonst bei großen Niederschlägen leicht Beschädigungen, Einrisse, Abspülungen und in der Tiefe Überschwemmungen eintreten. Sehr empfehlenswert sind in geneigten Lagen die Kaiserschen Stückgräben, d. h. kleinere, 1—2 m breite und 1 m tiefe horizontale Grabenstücke, in denen sich das Wasser sammelt und zunächst langsam wieder verdunstet. Sieht man am Wasserstand dieser Gräben, daß dies auf die Dauer nicht genügt, so verbindet man sie untereinander mit kleinen flachen Stichgräben, die das Wasser dann terrassenförmig weiter nach unten und schließlich auch einem Hauptabfluß (Graben oder Bach) zuführen. Durch die Anzahl und Tiefe der Stichgräben, die man jederzeit auch leicht zuschütten kann, hat man es immer in der Hand, den Wasserstand nach Wunsch zu regeln. In vernäßten Hochflächenlagen ist namentlich früher oft Rabattierung (vgl. S. 418) angewendet worden.

Die Frage einer Bewässerung spielt bei uns im Walde kaum eine wirtschaftliche Rolle. Da, wo wir das Wasser am notwendigsten brauchen und sicher große Ertragssteigerungen mit der Bewässerung herbeiführen könnten, auf unseren Trockenstellen im nordost-deutschen Sandgebiet, fehlt es entweder überhaupt an Wasserüberschüssen, die wir entnehmen könnten, oder wir müßten das Wasser durch großartige Hebeanlagen bergauf befördern, was sich natürlich bei den heutigen Holzpreisen niemals rentieren würde. Im Gebirge wird es in einzelnen besonders günstigen Fällen hier und da möglich sein, überschüssiges Wasser durch leicht geneigte Horizontalgräben in seitliche trockene Hänge und Bergnasen zu leiten und dort zum Versickern zu bringen. Im allgemeinen wird sich das Problem der Bewässerung aber bei uns überall, in der Ebene wie im Gebirge, mehr auf die Wasserpflege und die Erhaltung der Bodenfeuchtigkeit durch die entsprechenden waldbaulichen Maßregeln zu beschränken haben.

Die besonderen Aufgaben der Wasserwirtschaft im Hochgebirge (Stauanlagen, Wildbachverbauung), sowie die Schutzanlagen gegen Murgänge, Lawinen u. dgl. gehören nicht mehr in das Gebiet des Waldbaus und sind in den einschlägigen Werken einzusehen.

14. Kapitel. Nachbesserungen und Kulturpflege.

Bei der Durchführung der natürlichen Verjüngung bleiben fast immer unbesamte Flächen, Lücken, die ergänzt werden müssen. Man soll hierbei nicht zu ängstlich sein. Im allgemeinen geht die Praxis hier oft unnötig weit und pflanzt zu kleine Lücken aus und größere zu dicht bis an die umgebende Naturverjüngung heran. Die nachgesetzten Pflanzen können dort doch nicht mitkommen, ganz besonders, wenn man zu lange gewartet und die Naturverjüngung schon einen zu großen Vorsprung hat. Gerade sehr pflichteifrige Förster tun hier gern des Guten zu viel. Eine vierjährige Fichte, auf 1,5 bis 2 m Entfernung an einen mannshohen Buchenhorst herangesetzt, wie man dies oft sieht (Abb. 205), hat kaum Aussicht, jemals mitzukommen. Man müßte dann schon zu dem Mittel greifen, die Ränder der Horste mit der Durchforstungsschere auf den Stock zu setzen bzw. zu stützen. Dies empfiehlt sich auch überall da, wo Horste mit steilen Rändern vorliegen, und wo man trotzdem die Lücken zur Mischbestandsbildung noch mit anderen Holzarten durchsetzen will. Man kann auf solche Weise noch recht gut die gewünschte Abfla-

chung der Horste nach außen erreichen, die übrigens auch diesen selbst zugute kommt. Denn an unabgestuften Horsträndern entwickeln sich immer vorwüchsige Randstämme mit starker und einseitiger Beastung. Oft sogar, wie bei der Eiche, biegen sich diese nach außen über und werden dann vom Schnee heruntergedrückt.

In allen Fällen ist es ratsam, Ergänzungspflanzungen nicht zu lange hinauszuschieben. Sie haben um so mehr Aussicht mitzukommen, je früher sie vorgenommen werden. Im allgemeinen gilt freilich als Grundsatz, mit den Lückenauspflanzungen nicht eher zu beginnen, als bis alles Holz auf der betreffenden Fläche vollständig geräumt ist. Aber man kann dem entgegenkommen, indem



Abb. 205. Fehlerhafte Auspflanzung von Lücken in einer Buchennaturverjüngung (Lücke zu klein und Auspflanzung mit Fichte zu spät erfolgt!). Buchen ca. 20jährig, Fichten 8jährig. Aufn. von Japing.

Lückenbüßerin verdient hat. Im allgemeinen hat sie auch den großen Vorzug sicheren Anwachsens, guter Durchkämpfung durch stärkeren Unkrautwuchs und eines nicht erheblichen Wildverbisses, was sie alles sehr geeignet zur Nachbesserung macht. Trotzdem sollte die Einbringung anderer wertvollerer und raschwüchsigerer Holzarten nie aus dem Auge verloren werden. Wo stärkerer Wildschaden nicht zu befürchten ist, oder die Verjüngungen etwa sowieso schon im Gatter liegen, sind vor allem Douglasie und Lärche unter den Nadelhölzern hierzu geeignet. Für Laubholzbeimischung empfehlen sich Lohdenpflanzungen von Eiche, Esche und Ahorn u. a. m.

Bei den künstlichen Verjüngungen handelt es sich meist um die Ergänzung von Fehlstellen in Saaten und von Abgängen in Pflanzungen. Bei Saaten ist es vielfach üblich, erst das zweite Jahr abzuwarten, ehe man nachbessert, weil man noch u. U. auf ein Nachlaufen der Saat warten will. Meist täuscht diese Erwartung aber, von seltenen Ausnahmen abgesehen, und man hat dann den besten Zeitpunkt verpaßt, da der Boden durch die längere Freilage noch stärker verunkrautet. Auf Böden, wo die Saaten im ersten Jahre gehackt werden, ist überhaupt kaum ein Nachlaufen zu erwarten, da beim Hacken und Heraus-

an den auszupflanzenden Stellen etwas früher geräumt wird, selbst wenn noch etwas Frostgefahr für die Verjüngung besteht. Es gibt hier sogar entschlossene Revierverwalter, die ein leichtes Zurückfrieren solcher Stellen durch frühe Räumung geradezu herbeiführen, damit die eingesprengten frosthärteren Mischhölzer noch nachkommen. Das hat bis zu einem gewissen Grade seine Berechtigung, da wirklich geschlossene Jungwüchse durch einzelne Spätfröste selten in der Entwicklung ernstliche Störungen erleiden. Meist findet man das nur bei Einzel- und Gruppenwüchsen, an denen dann noch das Wild sehr gern verbeißt und sein Übriges tut. Mancher Frostschaden ist mehr Wild- als Frostschaden!

Zur Lückenauspflanzung in Naturverjüngungen dient heute in der großen Mehrzahl der Fälle die vierjährige verschulte Fichte, die sich dadurch geradezu den Beinamen der

werfen des Unkrautes die meisten noch ungekeimten Samen mit vernichtet werden müssen. Pflanzungen sind natürlich immer gleich im folgenden Jahre nachzubessern.

Im allgemeinen gilt auch von den Nachbesserungen künstlicher Verjüngungen, daß man damit nicht zuweit gehen soll. Eine Fehlstelle in einer Saat von unter 1 m sollte grundsätzlich nicht ausgeflickt werden, da die Lücke sich in wenigen Jahren von selbst schließen muß. Auch bei den Pflanzungen braucht also nicht jede ausgegangene Pflanze ersetzt zu werden, namentlich nicht dort, wo die nebenstehenden Pflanzen gut und kräftig entwickelt sind. Man kann überall die Erfahrung machen, daß Nachbesserungspflanzen schlechter anwachsen als die ursprünglich gesetzten, und viele solche Nachbesserungen sind mehr Gewissensbeschwichtigungen und Übertünchung von Schönheitsfehlern als wirkliche Notwendigkeiten. Natürlich gibt es auch auf der anderen Seite fehlerhafte Unterlassungen. Eine an sich gelungene Kultur mit wenigen Prozent Fehlstellen verträgt eine Unterlassung jeglicher Nachbesserung sehr gut, ohne Schaden zu leiden, während eine lückige, mit 20 und mehr Prozent, natürlich recht gründlich nachgebessert werden muß.

Jedenfalls soll man zu den Nachbesserungen immer nur kräftige und beste Pflanzen nehmen. Die Einzeleinpflanzung von anderen Holzarten, besonders von Laubholz in die Nadelholzkulturen, die man vielfach in der neueren Zeit in bester Absicht versucht hat, wie z. B. Eiche, Roteiche und Buche in Kiefern, scheint wenig Aussicht auf Erfolg zu haben, zum mindesten nicht dort, wo nicht reh- und hasendicht eingegattert wird. Auch ist die Frostgefahr doch sehr groß, und alles, was man nach dieser Beziehung bisher sehen konnte, ist noch recht wenig ermutigend.

Die Pflege der Kulturen besteht in der Hauptsache im Freihalten von Unkraut. Behacken war früher nur bei Eichenkulturen üblich. Es ist noch nicht lange her, als zum erstenmal in Norddeutschland¹ von den günstigen Erfolgen eines Behackens der Kiefernkulturen berichtet und dieses darauf in den preußischen Staatsforsten allgemein angeordnet wurde. Heute ist es auf allen unkrautwüchsigen Böden auch bei der Kiefer eine ganz gewöhnliche Pflegemaßregel geworden, die freilich sehr viel Geld kostet.

Auf sehr graswüchsigen Böden muß eine Saat oft 4—5 mal (im ersten bis dritten Jahr), eine Pflanzung 2—3 mal (im ersten bis zweiten Jahr) behackt werden. Der gute Ratschlag, daß man möglichst früh mit dem Behacken beginnen soll, ehe das Unkraut groß geworden ist, ist oft wegen Leutemangels in dieser Zeit nicht durchzuführen. Bei Saaten muß man sowieso schon bis tief in den Juni hinein warten, weil die Keimlinge vorher noch zu klein sind, und die Saaten bis dahin noch nachlaufen. Wo man mit der Krümelharke oder mit Schuffeln (s. S. 376) rascher arbeiten und mit weniger Leuten auskommen kann, handelt es sich meist auch um geringer unkrautwüchsige Böden. Das Behacken bzw. Igel mit fahrbaren Hackgeräten hat zweifellos große Vorteile, geht rasch und ist etwas billiger. Es setzt aber entweder Vollarbeitung des Bodens oder doch sehr breite Streifen voraus und erfordert bei stark graswüchsigen Böden doch meist noch eine Nacharbeit mit der Hand, da der mittlere Streifen wegen der Gefährdung der jungen Pflanzen ja nicht mit der Maschine bearbeitet werden kann (Abb. 206).

Da, wo auf den Zwischenstücken zwischen den Saat- oder Pflanzstreifen sich hoher und dichter Gras-, Segge- oder Adlerfarnwuchs entwickelt, ist es öfter notwendig, diesen im Herbst, oft auch schon vorher, abzumähen oder abzuscheln, damit das Unkraut sich nicht, von Regen oder Schnee niedergedrückt, über die

¹ Hilveti: Erfahrungen über das Hacken und Behäufeln von Kiefernstreifensaaten. Z. f. Forst- u. Jagdwes. 1908, S. 461.

jungen Pflanzen legt und diese erstickt. Auch sonst ist solcher Schutz durch Abschneiden verdämmender Unkräuter, z. B. bei Heide, Besenginster, Himbeeren u. dgl., gelegentlich notwendig.

Einzelne Calamagrostis-Horste in den Kulturen sind durch Isoliergräben zu begrenzen, und die Segge ist öfter zu mähen, was sie schwächen soll. Übrigens scheint die Weiterverbreitung fast ausschließlich durch die unterirdischen Stolonen stattzufinden und schon durch die Gräben allein ziemlich sicher unterbunden zu werden. Gegen Heide wird vielfach Ausrupfen der jungen Pflänzchen ausgeführt.

Zu dichte Naturverjüngungen und Saaten werden oft verdünnt. Bei Naturverjüngungen ist das meist nur mit ziemlich rohen Mitteln durchzuführen (Durchhacken oder Durchreißen mit leichten Pflügen, z. B. das sog.

„Buchenhobeln“). Bei dichten Nadelholzsäaten sollte eine Verdünnung nur durch Ausziehen mit der Hand im ersten Jahre stattfinden. Das Durchhacken, wie es bei Kiefernssäaten öfters geübt wird, ist eher schädlich, denn es schafft immer sehr ungleichen Stand in den Reihen und hat dann alle Nachteile der Büschelpflanzung an sich.

Dagegen habe ich vom Verdünnen mit der Hand bei dichten Kiefernssäaten recht gute Erfolge gehabt. Die verzogenen Reihen entwickelten sich nicht nur kräftiger, sondern sie wurden auch viel weniger von der Schütte befallen. Die nicht verzogenen Vergleichsstreifen hoben sich in den nächsten Jahren überall deutlich durch ihre rote Farbe von den verzogenen ab, die grün geblieben waren.

Zu den Kulturpflegemaßregeln gehören auch alle Maßnahmen des Forstschutzes: Spritzen gegen Schütte, Abfangen der Rüsselkäfer durch Gräben, Fangkloben bzw. Fangrinde, Teeren oder sonstige Schutzmittel gegen Wildverbiß. Das durchschlagendste Mittel gegen letzteren bietet natürlich das Eingattern, freilich ist es auch das



Abb. 206. Maschinenmäßiges Behacken einer Kiefernpflanzung mit dem Neumann-Hilf-schen Igel mit 2 Hackscharen (rechts und links) und 2 Schutzscheiben (in der Mitte). Aufn. des Iffa, Eberswalde.

teuerste. Immerhin wird es namentlich bei Mischkulturen in einigermaßen wildreichen Revieren doch das beste und oft allein Erfolg verbürgende sein und bleiben.

Eine weitere Pflegemaßregel ist die Behandlung von Vorwüchsen auf der Kulturfläche. Diese wird von Fall zu Fall verschieden sein müssen. Struppige, schlecht gewachsene Vorwüchse aus Anflug oder Stockausschlag der gleichen Holzart wird man im allgemeinen immer rücksichtslos entfernen, kleine gut gewachsene Gruppen oder Horste aber dankbar mitnehmen, ebenso auch etwas schlechter geformte Vorwüchse an sich gewünschter Mischhölzer (z. B. kleine Buchen oder Eichenstockausschläge in Kiefernverjüngungen, Buchen oder Tannen in Fichtenverjüngungen). Zweifellos ist man früher in der Beseitigung aller Vorwüchse zu weit gegangen. Ebenso fehlerhaft oder noch fehlerhafter aber wäre die grundsätzliche und unterschiedslose Belassung, wie man sie als Rückschlag vielfach in letzter Zeit beobachten kann.

Die Nachbesserungen und Kulturpflegemaßregeln kosten oft sehr viel Geld, oft mehr als die erste Anlage samt Bodenbearbeitung überhaupt. Nicht

mit Unrecht wird daher der Vorwurf gegen die billigen Kulturmethoden erhoben, daß ihre Zahlen täuschen, und daß sie sich zum Schluß teurer stellen als die anfänglich kostspieligeren (vgl. S. 385). Allerdings darf man hierbei nicht nur einzelne extreme Beispiele herausgreifen. Die Wirtschaftsbücher der vergangenen Jahrzehnte ergaben für Nachbesserungskosten oft, daß eine Fläche zweimal oder dreimal kultiviert worden ist. Für die heutigen Verhältnisse verbesserter Kulturtechnik dürften das aber Ausnahmefälle sein. Man muß dabei berücksichtigen, daß man früher sehr oft geringwertigen Samen und schlechte Pflanzen verwendet hat, daß die Pflanzverfahren (Wurzelbehandlung, Einschlämmen in Lehmbrei u. dgl.) sehr roh waren, daß man keine Pflege durch Hacken und Spritzen kannte, und daß der Wildstand in den meisten Revieren ein höherer als heute war.

In Wirklichkeit fehlt es uns in den meisten Revieren noch vollständig an genügenden Unterlagen für eine vergleichende Statistik der Kosten für die einzelnen Kulturverfahren. In den preußischen Staatsforsten verschwinden z. B. die gesamten Kulturpflegekosten in einem einzigen, durch seine Höhe berüchtigten Kapitel „Insgemein“. Nicht einmal die Nachbesserungen der einzelnen Kulturen sind festzustellen, da sie für alle in derselben Wirtschaftsabteilung belegenen Flächen zusammengefaßt eingetragen werden. Hier hätte erst einmal eine grundlegende Änderung der Buchführung einzutreten, ehe man ein abschließendes Urteil über die Frage der Kosten bei den verschiedenen Kulturmethoden gewinnen kann. Eine solche Feststellung scheint bei der Höhe der heutigen Kulturkosten und dem Anteil, den sie an den Betriebskosten ausmachen, vom kaufmännischen Standpunkt aus dringend erwünscht. Man kann nicht sparen, wenn man nicht weiß, an welcher Stelle gespart werden kann!

Aus den oben ausgeführten Gründen ist es eigentlich unmöglich, wirklich zutreffende Durchschnittszahlen für die Kosten der einzelnen Kulturverfahren anzugeben.

Wenn trotzdem hier in einem Anhang eine Übersicht über die Kostensätze einzelner Maßnahmen bei der Bestandsbegründung gegeben wird, so geschieht das mehr, um dem Anfänger in der Praxis einen gewissen Anhalt und Überblick hierüber zu bieten, als in der Überzeugung, daß diese Zahlen wirklich einen richtigen Maßstab bilden. Die Verschiedenheit der Böden und Bodendecken, der Witterung, der Geschicklichkeit und des Fleißes der Arbeiter werden in Wirklichkeit stets starke Abweichungen bedingen.

Ungefähre Kostensätze für die gebräuchlichsten Kulturarbeiten.

(Unter Voraussetzung mittlerer Verhältnisse, d. h. nicht schwer verunkrauteter, sehr steiniger oder stark verwurzelter Böden.)

Ansätze: GT. = 8std. Gespanntagelohn, 1 Mann, 2 Pferde = rd. 20 M.
 MT. = 8std. Männertagelohn = rd. 5 M.
 FT. = 8std. Frauentagelohn = rd. 3 M.

I. Bodenarbeiten.

	je Hektar
1. Rolleggen, Grubbern oder Igel in Streifen auf etwa $\frac{1}{3}$ der vollen Fläche	0,5—1,5 GT. = rd. 10—30 M.
2. Schälern mit dem Waldpflug in 1,3 m entfernten Streifen (meist mit Doppelpespann)	1,5—2,0 GT. = rd. 30—40 „
Nacharbeiten mit der Hand (Abplaggen ¹ nicht vom Pflug gefaßter Stellen, Abziehen zurückgeklappter Bülden, sog. Nachklappen), sehr schwankend, je nach Verhältnissen	10—40 „
3. Grubbern mit dem Hilf-Neumannschen Igel, 4 Arbeitsgänge einschließ- lich Handarbeit, in 1,3 m entfernten Streifen	80—100 „
4. Spitzenberg'sches Wühlkulturverfahren in 4 Arbeitsgängen, mit Aus- mengen durch Handarbeit, Streifen wie zu 3	150—250 „
5. Vollumbruchverfahren nach Hohenlubbichower Art auf ganzer Fläche	200—300 „
6. Handhackstreifen, Entfernung wie zu 2:	
a) Abplaggen mit Plaggenhacke ¹	.12—15 MT. = rd. 60—75 „
b) Durchhacken mit leichten Hacken	.10—12 FT. = rd. 30—35 „
Zusammen	90—110 M.

¹ Vgl. folgende Seite unten.

7. Grabestreifen (Abplaggen ¹ und spatentstichtiefes, spatentstichbreites Umgraben im Sandboden)	100—150 M.
8. Anfertigung von Pflanzlöchern, 30 cm im Geviert:	
a) Hacklöcher für Fichtenpflanzungen, je Hundert 0,3—0,5 MT., bei 4500 Stck. je Hektar	rd. 70—110 „
auf Gebirgsboden, je Hundert 0,5—0,7 MT., je Hektar	rd. 110—160 „
b) Grabelöcher, spatentstichtief, je Hundert 0,4—0,5 MT., bei 4500 Stck. je Hektar	rd. 90—110 „
c) Rajollöcher, 2 Spatenstiche tief, je Hundert 0,5—1,0 MT., bei 4500 Stck. je Hektar	rd. 110—220 „
9. Vollumgraben für Kämme:	je Ar
a) Neubearbeitung, je Ar 2—3 FT.	rd. 6—9 „
b) Wiederumgraben bei nochmaliger Benutzung, je Ar 0,5—0,7 FT. rd.	2—3 „

II. Säen (ohne Bodenarbeit!) auf Streifen in 1,3 m Entfernung. je Hektar

1. Aussaat von Nadelholzsamen mit der Sämaschine, je Hektar 0,5—1,0 MT.	2,5—5,0 „
2. Aussaat von Sämereien mit der Hand (meist Eichen und Buchen) in vorgezogene Rillen und Bedecken, je Hektar 5—8 FT.	15—25 „

III. Pflanzen.

1. Klemmen von 1- und 2-jährigen Sämlingen in 1,3 m entfernten Streifen mit 0,5 m Pflanzenentfernung, je Tausend 1,5—2 FT. je Hektar, bei rd. 15000 Stck. 20—25 FT.	60—75 „
2. Handspaltpflanzung (vgl. S. 412)	45—60 „
(Etwas billiger, da die Zeitausnutzung besser sein soll als bei Klemmpflanzung, wo jede der beiden Arbeiterinnen zeitweise nichts zu tun hat. Nach Aufnahmen von Oberförster Olberg, Chorin ² .)	
3. Handpflanzung verschulter Pflanzen (meist 4-jährige verschulte Fichten) in Hack- oder Grabelöchern, je Hundert 0,4—0,7 FT., bei 4500 Stck. je Hektar	rd. 50—90 „
4. Ballenpflanzung (ohne Antransport der Ballen bis zur Kulturfläche), je Hundert 0,5—1 MT., bei 4500 Stck. je Hektar	rd. 100—200 „

15. Kapitel. Allgemeine Beurteilung und Bewertung der verschiedenen Verjüngungsverfahren.

Obwohl für die Anwendung und Bewertung der verschiedenen Verjüngungsverfahren meist die Verhältnisse des einzelnen Falls entscheidend sein werden, so gibt es doch auch allgemeine Gesichtspunkte hierfür, und gerade sie spielen in der forstlichen Literatur eine sehr große Rolle, so daß darauf hier noch etwas näher eingegangen werden muß.

Bei der Gegenüberstellung der Vorzüge und Nachteile der natürlichen und künstlichen Verjüngung kommen insbesondere folgende Punkte in Betracht:

1. Man hat auf das „Natürliche“ der einen gegenüber dem „Gekünstelten“ der andern Art als Vorzug hingewiesen. Das ist mehr oder minder aus einer Anschauung heraus entsprungen, die in der Natur überall die Meisterin und im Menschen den hoffnungslosen Stümper sieht. Man kann alle Ehrfurcht vor dem sinnvollen Zusammenspiel des Naturgeschehens haben, ohne darum diesen Standpunkt ganz zu teilen. Ist doch der Mensch letzten Endes selbst ein Stück dieser Natur, nach einer alten Verheißung aber dazu bestimmt, sie sich „untertan“ zu machen! Aber noch aus einem ganz anderen Grunde scheint mir die obige mehr oder weniger naturphilosophische Einstellung unrichtig zu sein: Der Wald wirft alljährlich

¹ Das Abplaggen kann sehr verbilligt werden, wenn mit dem Waldpflug flach geschält wird. Humuserhaltung ist dabei aber nicht so gewährleistet wie bei reiner Handarbeit.

² Olberg: Pflanzverfahren der Kiefer. Forstarchiv 1929, S. 385.

Millionen von Samen auf Stellen zu Boden, wo sie gar nicht keimen können oder vorzeitig eine Beute der Mäuse und Vögel werden müssen, und braucht doch ohne den Eingriff des Menschen nur eine spärliche Ergänzung für den oder jenen abgehenden Stamm. Für den unendlich langsamen Fortgang der Verjüngung im Urwald wird also trotzdem eine fast unendlich große Menge von Samen und Keimen verbraucht. Im Wirtschaftswald aber ist der Entzug durch die Holzernnte ein viel größerer. Die Verjüngung muß also dementsprechend viel rascher oder auf viel größerer Fläche erfolgen. Dadurch werden die natürlichen Verhältnisse von vornherein ganz grundlegend verschoben. Unsere sog. natürliche Verjüngung entspricht daher überhaupt gar nicht mehr den Verhältnissen der Natur. Wir müssen drängen und treiben. Die Natur aber kann abwarten und zögern! Hierin zeigt sich das Schiefe und Unrichtige der obigen Auffassung in seinem Kern.

Damit widerlegt sich auch von selbst der oft gehörte Beweisgrund: Alle Wälder seien doch einmal von Natur entstanden, daher müsse ihre natürliche Wiedererzeugung auch heute noch auf allen Standorten möglich sein. Wenn wir den Wald nicht mehr anrühren und ihn wieder ganz sich selbst überlassen wollen — dann gewiß, aber auch nur dann!

Es soll jedoch andererseits nicht verkannt werden, daß das Abweichen vom Wege der Natur zunächst unbekannte Gefahren in sich birgt, solange wir die Folgen des künstlichen Weges noch nicht zu übersehen vermögen. Bei der künstlichen Verjüngung, glaube ich, können wir das aber heute doch schon. Seit nun fast 100 Jahren haben wir Kiefer und Fichte in immer zunehmendem Umfange im Walde gesät und gepflanzt, anfangs sogar und noch lange, nach recht rohen Methoden und mit geringster Kulturpflege. Wenn das Unnatürliche dieser Verjüngungsarten an sich irgendwie besondere Schäden für die naturgemäße Entwicklung mit sich brächte, dann hätte sich das längst ganz allgemein und auffällig zeigen müssen. Man hat zwar von mancher Seite auch das beobachten und feststellen wollen. Ein Nachweis dafür ist aber höchstens in Einzelfällen erbracht worden, wo Ausnahmen irgendwelcher Art vorlagen, nicht aber im großen und ganzen.

2. Die natürliche Verjüngung sichert die Erhaltung der standortsgemäßen Rasse. Dieser Vorzug ist unbestreitbar und tritt in der Neuzeit um so stärker hervor, als wir durch die Versuche mit verschiedener Herkunft des Saatgutes mit zunehmender Deutlichkeit die Überlegenheit der auf heimischem Boden erwachsenen Rasse gegenüber den meisten fremden festgestellt haben (vgl. hierzu Teil I, S. 214).

Dieser Vorzug der Naturverjüngung verliert aber in allerneuester Zeit auch wieder, nachdem es mehr und mehr Sitte wird, den Samen im eigenen Walde zu sammeln oder nur „anerkannten“ Samen aus dem Heimatgebiet zu kaufen. Er würde sogar bis aufs geringste zusammenschrumpfen oder sich bis ins Gegenteil verkehren, wenn die Bestrebungen und Versuche mit Saatgutgewinnung von Elitebeständen oder Elitestämmen zu tatsächlichen Erfolgen führen sollten. Denn dann dürfte man eben nur unter solchen natürlich verjüngen!

3. Die natürliche Verjüngung hat in der Regel eine verschärfte Auslese unter den Keimen und Jungpflanzen zur Folge. Sie wirkt in diesem Sinne züchterisch, indem sie nur das Lebensfähigste und Wuchskräftigste erhält, das Schwächliche aber ausscheidet. Voraussetzung dabei ist allerdings, daß die Naturverjüngung gleichmäßiger und dichter ankommt, als die künstliche Kultur dies tut. Das trifft im allgemeinen aber nur bei großer Verjüngungsfreudigkeit zu. Bei Vollsaaten mit großen Saatsmengen, wie sie früher üblich waren, heute aber bei der Kostbarkeit unseres Saatgutes nur selten noch möglich sein werden, dürfte dieser Unterschied sogar völlig verschwinden. Borggreve,

sonst ein großer Anhänger der Naturverjüngung, hat übrigens den Vorteil der natürlichen Auslese des Besseren lebhaft bestritten¹. Er wies darauf hin, daß eine große Menge von Zufällen (eine bessere Bodenstelle, eine verrottende alte Wurzel, ein Wurmgang im Boden, ein dichtstehendes Unkraut, Wildverbiß an hervorstehenden Pflanzen und vieles andere mehr) so stark in die an sich vorherbestimmte Wuchsanlage eingreifen, daß das Endergebnis durchaus nicht der ursprünglichen Anlage entsprechen könne. Vielleicht hat demgegenüber Chr. Wagner recht², wenn er meint, daß diesen Zufälligkeiten zu großes Gewicht beigelegt würde, und daß die Hauptsache doch immer die individuelle Anlage (Wuchskraft, namentlich Höhenwuchs, Unempfindlichkeit, Gängsamkeit usw.) bleibt. Wir müssen demgegenüber gestehen, daß wir über die tatsächlichen Vorgänge hier nichts Sicheres wissen und auch so lange nicht wissen werden, ehe nicht eine Reihe genau durchgeführter Beobachtungen in dieser ökologischen Frage vorliegt. Jedenfalls aber ist das sicher, daß nur sehr volle und gleichmäßige Naturverjüngungen Anspruch auf den Vorzug einer besseren Auslese haben dürften, und daß bei hinreichend dichter und in den Pflanzenabständen regelmäßiger Kunstverjüngung eine solche Auslese sich genau so gut vollziehen kann. Nicht das Natürliche ist es, das hier die Auslese schafft, sondern die gleichmäßige Dichte der Verjüngung, die alle Pflanzen unter gleiche Bedingungen im Kampf ums Dasein spannt.

4. Die Naturverjüngung ist billiger. Unbedingt erspart sie die Kosten für das Saat- und Pflanzgut. Wo sie ohne jede Bodenvorbereitung gelingt, fallen auch die beträchtlichen Kosten dafür weg. Aber das ist heute, wie wir gesehen haben, oft nicht mehr der Fall. Mit der steigenden Berücksichtigung des Faktors Zeit im Wirtschaftsbetrieb und mit dem Streben, immer mehr lang- und glattschäftiges Nutzholz zu erzeugen, das in der Regel einen dichten Schluß in der Jugend erfordert, ist die intensive Bodenbearbeitung in der Neuzeit auch bei der Naturverjüngung immer mehr in den Vordergrund getreten, und die Kosten sind daher hier auch schon oft auf die Höhe der künstlichen Kulturen gestiegen (Buchenverjüngungen in Dänemark, Mecklenburg vgl. S. 390).

5. Außerdem kommen hier meist noch die vermehrten Kosten für den Fällungs- und Rückebetrieb in Betracht, die in der Regel ganz dem Naturverjüngungsbetrieb zur Last fallen. Nur bei besonders fein angelegter räumlicher Ordnung, wie z. B. beim Blendersaumschlag oder Schirmkeilschlag (vgl. S. 526 u. 532) lassen sich diese vermeiden.

Ein oft gehörter Gegeneinwand ist der, daß das an die Wege geschaffte Holz doch bequemer liegt und daher besser bezahlt würde. Das trifft aber nur im Gebirge zu, wo jeder einzelne Stamm mit Menschenkraft den Hang hinunter bis zum Abfuhrweg gebracht werden muß, nicht da, wo mit Gespannen gerückt wird. Unsere Holzfuhrleute rechnen, wie ich mich oft durch Unterhaltung mit ihnen überzeugt habe, ganz anders. Zunächst liegen die gerückten Stämme doch nie so, daß sie diese nebeneinander aufladen könnten. Sie müssen sie sich doch erst passend für ihre Ladung aussuchen, jeden an die Kette spannen und dann zusammenschleifen. Schließlich aber ist ihnen nur das entscheidend, was sie nach der Wegebeschaffenheit laden und wie oft sie am Tage mit einer Ladung zur Ablieferstelle fahren können. Einen kleinen Zeitgewinn, etwa von einer Stunde am Tag, und eine vielleicht etwas größere Schonung ihrer Zugtiere pflegen sie nicht in Rechnung zu setzen. Ebenso ist es meist ein Selbstbetrug, wenn man, wie dies hier und da geschieht, dem Holzkäufer die Rückekosten durch einen entsprechenden Aufschlag auf sein Gebot zuschieben zu können vermeint. Ein Kaufmann, der richtig kalkuliert, wird dann einfach weniger bieten!

6. Als Vorteil der Naturverjüngung gilt ferner, daß sie durch die stete Beschirmung bodenpfleglicher ist, und daß der unter ihr aufwachsende Jungwuchs einen wohlthätigen Schutz gegen Besonnung und Austrocknung

¹ Borggreve: Die Holzzucht, 2. Aufl., S. 293 ff.

² Wagner, Chr.: Die Grundlagen der räumlichen Ordnung im Walde, S. 52.

genießt, ja daß dieser Schutz sogar oft unentbehrlich bei bestehender Spätfrostgefahr ist. Ebenso rechnet man zu den Vorteilen des Schirmstandes, gewissermaßen als hierbei anfallendes Nebenprodukt, die Erzielung eines Lichtstandszuwachses am Mutterbestand während des Verjüngungszeitraumes. Wir haben gerade diese Verhältnisse bereits eingehend bei der Naturverjüngung besprochen und sind dabei zu dem Ergebnis gekommen, daß sie nach Holzart und Standort sehr verschieden zu beurteilen sind, und daß ihnen auf der andern Seite doch auch gewisse Nachteile der Beschirmung durch Schattendruck und Wurzelkonkurrenz gegenüberstehen. Die Abwägung hat sich hierbei also ganz nach der Lage des einzelnen Falls zu richten.

7. Ein unzweifelhafter Nachteil der Naturverjüngung ist die Abhängigkeit von dem wechselnden Samenertrag in der Natur und damit auch die Unregelmäßigkeit des Verjüngungs- und Hiebsfortschrittes für die Wirtschaft. Besonders tritt das bei den seltener fruchtenden Holzarten Buche und Eiche in Erscheinung. Bei Mischbeständen aus mehreren verschiedenen Holzarten mildert sich dieser Nachteil zwar sehr, insofern wenigstens eine der Holzarten meist in jedem Jahr etwas Samen trägt, aber die Gefahr, daß einem dabei das Heft aus der Hand gleitet, und die Gestaltung des Holzartenanteils im zukünftigen Bestand allzu leicht gegen die bestehende Absicht und das Wirtschaftsziel verschoben wird, bleibt auch dann noch bestehen. Besonders in der Buchenwirtschaft macht sich der Nachteil der Ungleichmäßigkeit sehr fühlbar und drückt sogar auf die Preise. Nach Vollmastjahren weiß der Wirtschaftler oft nicht, wie er mit dem Hiebe nachkommen kann. Der Anfall an starken Hölzern aus den Samen- und Lichtschlägen ist in der ganzen Gegend groß, und die Preise geben nach. Sind aber die Vollmastjahre und die ersten Jahre danach vorüber, dann weiß der Wirtschaftler wieder oft nicht, wo er das Holz zur Erfüllung des Hiebssatzes hernehmen soll. Er wird zu Vorbereitungshieben gedrängt, die oft keine solchen, sondern nur Verlegenheitshiebe sind.

8. Ein anderer Nachteil ist die bei jeder Naturverjüngung zu beobachtende Ungleichmäßigkeit der Verjüngungsdichte. Hier brauchen gar keine wirtschaftlichen Fehler oder Verschiedenheiten des Bodenzustandes vorzuliegen. Schon die Zufälligkeiten in der Stellung der fruchttragenden Mutterbäume, der ungleiche Verzehr der auf dem Boden liegenden Samen durch Wild, Vögel (Finkenschwärme!), Mäuse u. a. m. bedingen fast immer große Ungleichheiten. Man findet auf größeren Verjüngungsflächen immer neben und zwischen den dichtesten Anflughorsten ganz lückige Stellen. Künstliche Saaten zeigen wohl auch derartige Bilder. Aber sie sind dann fast immer auf Fehler der Technik (Bedeckungstiefe) oder Unterschiede im Boden (Stocklöcher) zurückzuführen und ergeben sich nicht aus dem Wesen der Verjüngungsart als solcher. Noch weniger ist das bei der Pflanzung der Fall.

9. Fällungs- und Rückeschäden sind bei der Naturverjüngung ebenfalls unvermeidlich, wenn sie sich auch durch räumliche Ordnung und geschickte Arbeit oft auf ein geringes Maß herabdrücken lassen.

10. Der ganze Betrieb ist bei der Naturverjüngung schwieriger und erfordert vom Wirtschaftler und von der Arbeiterschaft großes Verständnis, erhöhte Aufmerksamkeit und besondere Geschicklichkeit. Dafür ist er aber freilich auch die schönste und fesselndste Aufgabe, unendlich viel anregender als die eintönigere Technik von Saat und Pflanzung. Hier steht schöpferische Kunst mit feinstem Gefühl für alle Möglichkeiten dem schlichteren Handwerk gegenüber. Die Naturverjüngung ist daher auch geradezu die hohe Schule des Waldbaus für alle Beteiligten! Das darf man nicht für einen Nachteil rechnen!

So gibt es viele Für und Wider, die im einzelnen Fall gegeneinander abgewogen werden müssen. Ein eindeutiges Gesamturteil ist unmöglich, und wo ausgesprochne Befürworter der einen oder der andern Verjüngungsform auftreten, kann man fast immer ihre Stellungnahme in den besonderen Verhältnissen der Wirtschaftsgebiete begründet finden, in denen sie wirkten. (Gayer und Chr. Wagner in Süddeutschland, Borggreve im Buchengebiet von Westdeutschland, andererseits Dankelmann im Kieferngebiet Nordostdeutschlands. Pfeil war eigentlich der einzige, der hier kühl und kritisch beides gegeneinander abwog!)

Etwas eindeutiger liegen die Verhältnisse bei der Abwägung der Vorteile und Nachteile von Saat und Pflanzung¹:

1. Die Saat gewährt zunächst eine natürlichere und bessere Wurzelentwicklung als die Pflanzung. Ob freilich die Pflanze sich hier nicht schließlich in zweckentsprechender Weise durch allmähliche Selbstregulierung hilft, so daß dauernde Schädigungen nur in Ausnahmefällen eintreten, die dann auf die Entwicklung des ganzen Bestandes keinen Einfluß ausüben, muß mindestens zweifelhaft sein. Wenn einzelne Glieder durch schlechte Wurzelentwicklung auch vorzeitig ausscheiden, so würde das bei der sowieso notwendigen Stamm-ausscheidung oft gar nicht ins Gewicht fallen. Das Schlagwort „eine gesäte Pflanze kann nie schlecht gepflanzt sein“, ist etwas oberflächlich. Schlechte Pflanzung im ganzen darf überhaupt nicht vorkommen, und unvermeidliche Fehler im Einzelfall sind unter den Tausenden von Pflanzen, die auf einen Hektar gesetzt werden, bedeutungslos. (Vgl. hierzu die Ausführungen S. 414.) Auch die Ermittlungen Haufes² über die Entwicklung von Pflanz-

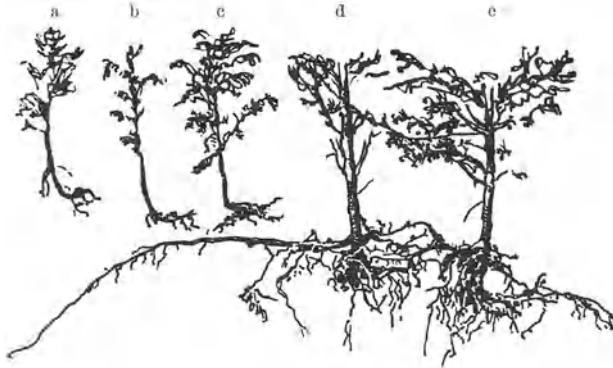


Abb. 207. Entwicklung von Anflug- und Pflanzfichten in Gaildorf.
Nach Haufe.

I. Anflugfichten: Fichten a, b, c. Höhe: 26, 30, 25 cm. Alter: 12, 10, 9 Jahre.
II. Pflanzfichten: Fichten d und e. Höhe: 65, 90 cm. Alter: 10, 10 Jahre.

fichten in Gaildorf haben dort sogar eine bessere Wurzelentwicklung als gleichaltrige Anflugfichten gezeigt und widerlegen einigermaßen die starken Bedenken, die verschiedentlich gegen die Fichtenpflanzung geäußert worden sind (vgl. Abb. 207).

2. Die Saat begünstigt die natürliche Auslese durch dichtere Stellung und Verschärfung des Kampfes ums Dasein. Hier gilt im all-

gemeinen das gleiche, was zu diesem Gesichtspunkt schon bei der Naturverjüngung gesagt wurde. Im übrigen kommt hinzu, daß man bei der Pflanzung bereits eine künstliche Auslese vornimmt, wenn man nur die guten und kräftigen Pflanzen wählt, die schwächlichen aber aussortiert. H. Mayr wollte hier sogar noch weitergehen, indem er vorschlug, die allerbesten und kräftigsten Pflanzen immer gleichmäßig in weiterem Verbands auszusetzen und die schwächeren nur als Füllmaterial für die erste Entwicklungszeit dazwischenzupflanzen (sog. Auswahlpflanzung).

¹ Vgl. hierzu die bedeutsamen und alles aus reicher Erfahrung abwägenden Ausführungen von Kienitz: Was ist denn jetzt Mode: Saat oder Pflanzung? Z. f. Forst- u. Jagdwes. 1919, S. 417.

² Haufe: Fichtennaturverjüngung am Blendersaumschlag in Gaildorf. Mitt. d. sächs. forstl. Versuchsanst. Bd. 3, H. 1, 1927.

3. Die Saat liefert durch ihren dichteren Schluß astreinere Bestände. Zugleich gibt sie höhere Vornutzungserträge als die Pflanzung. Der erstere Grund ist bei Holzarten, die zu Sperrwüchsigkeit neigen, und bei denen hochwertiges Schneideholz besonders gut bezahlt wird (wie z. B. bei Kiefer und Eiche) richtig. Freilich kann man auch hier durch engeren Pflanzverband entgegenkommen. Die Höhe der Vornutzungserträge wird nur dort eine Rolle spielen, wo die geringen Sortimente sehr gesucht sind. (So soll sich z. B. bei Fichtenspflanzungen der Mangel an schwächeren Stangen in einzelnen Fällen unangenehm bemerkbar gemacht haben.)

4. Die Saat geht rascher. Das ist ein unbestreitbarer Vorteil, und er ist oft sogar entscheidend für ihre Wahl, wo es sich um große, außergewöhnliche Kulturaufgaben handelt (Aufforstungen von Ödland, Wiederkultur nach Katastrophen u. dgl.).

5. Die Saat ist billiger. Das gilt aber nur dann, wenn sie gut gelingt, oder wenn nicht zu ihrem Gelingen größere Aufwendungen für ihre Pflege (Unkrautbekämpfung, Spritzen gegen Schütte) notwendig sind. (Kienitz¹ hat z. B. auf Grund seiner langjährigen Erfahrungen für Kiefersaaten auf graswüchsigem Boden ein durchschnittliches Beispiel errechnet, wonach sich die Saat durch die höheren Pflegekosten noch etwas teurer stellt als die Pflanzung.)

6. Die Saat ist immer mehr oder weniger von der Witterung nach der Aussaat abhängig und daher unsicherer als die Pflanzung. Kienitz kommt zu dem Schluß: „Eine gute Saat ist zum großen Teil Glückssache, eine gute Pflanzung Folge einer sorgfältigen Arbeit.“

7. Die Saat ist im Anfang wegen der Schwächlichkeit der jungen Pflanzen immer gefährdeter gegen Unkraut und Dürre als die Pflanzung. In bezug auf die sonstigen Gefahren besteht große Verschiedenheit. Pflanzungen leiden im allgemeinen mehr von Rüsselkäfer und Engerling, weil jeder Abgang bei der geringeren Pflanzenzahl schwerer ins Gewicht fällt, Saaten dagegen mehr durch Barfrost und Kiefersaaten auch mehr durch Schütte.

Aus dieser Gegenüberstellung ergibt sich die Stellungnahme für die Praxis. Die Saat wird im allgemeinen unter leichteren Verhältnissen angebracht sein, die Pflanzung aber besonders bei starkem Unkrautwuchs und großer Dürregefahr. Hier geht Probieren tatsächlich über Studieren. Wo nicht schon eine alteingebürgerte und bewährte Praxis vorliegt, sollte man überall eine Reihe von Jahren hindurch die Kulturen zur Hälfte durch Saat, zur Hälfte durch Pflanzung ausführen. Man wird dann aus den vergleichbaren Fällen sehr bald auf den richtigen Weg gewiesen werden!

Dritter Abschnitt. Die Bestandserziehung und Bestandespflege.

Vorbemerkungen.

Unter Bestandserziehung faßt man alle diejenigen waldbaulichen Maßnahmen zusammen, die zwischen der vollendeten Bestandesbegründung und seiner Ernte bzw. der Einleitung der neuen Verjüngung liegen, und die, wie der Name sagt, den Zweck verfolgen, den Bestand zu erziehen, d. h. seine Zusammensetzung und seinen Wuchs so zu leiten, wie es dem Wirtschaftsziel am besten entspricht.

¹ Kienitz: Was ist denn jetzt Mode: Saat oder Pflanzung? Z. f. Forst- u. Jagdwes. 1919, S. 417.

Die Axt wird hier zum Modellieren, mit dem der Wirtschaftler dauernd an der Ausformung des Bestandes im ganzen nach Mischungsform, Bestockungsaufbau und Schlußstand und schließlich bis ins kleinste hinein auch an der Ausgestaltung des Einzelstammes zu arbeiten hat. Hierin und nicht in den Erträgen, die aus diesen Vornutzungen fließen, liegt die waldbauliche Hauptaufgabe der Bestandserziehung. Doch ist die Frage ihrer Wirkung auf Massen- und Wertsleistung des ganzen Bestandes natürlich auch von großer allgemein wirtschaftlicher Bedeutung.

Die Abgrenzung der Bestandserziehungsmaßregeln nach unten und oben, nach der Bestandesbegründung einerseits und nach der Wiederverjüngung andererseits hin, ist nicht immer scharf, und bei vielstufigem Aufbau des Bestandes, wie z. B. im Plenterwald, verwischt sie sich mehr und mehr ganz. Das tut dem Grundsätzlichen des Gedankens keinen Abbruch, daß es auch in solchen Fällen besondere erzieherische Zwecke gibt, auf die Rücksicht zu nehmen ist, auch wenn sie sich mit Ernte- und Verjüngungsmaßnahmen aufs innigste verbinden. Die Maßnahmen der Bestandserziehung zerfallen in

- | | |
|--------------------------------------|-------------------------------|
| 1. Reinigungshiebe oder Läuterungen, | 4. Ästungen, |
| 2. Durchforstungen, | 5. Unterbau, |
| 3. Lichtungen, | 6. besondere Pflegemaßregeln. |

16. Kapitel. Die Hiebsmaßnahmen zur Bestandserziehung.

1. Läuterungen.

Unter Reinigungshieben oder Läuterungen versteht man die ersten Hiebsmaßnahmen in den jungen Aufwüchsen und Dickungen, die rein erzieherisch wirken und gewöhnlich keine Nutzung abwerfen¹. Ihre Kosten werden sehr häufig noch aus den Kulturgeldern bestritten (in Preußen z. B. immer). Sie könnten auch ebensogut noch zu den abschließenden Kulturpfllegemaßregeln gerechnet werden. (Es ist aber unrichtig und verwirrend, wenn man, wie dies vielfach geschieht, auch die ersten regelmäßigen Durchforstungen, die nur Reisholz [unter 7 cm Stärke] ergeben, auch Läuterungen nennt.) Die Reinigungshiebe haben nur den Zweck, frühzeitig, möglichst noch vor Eintritt des dichtesten Dickungsalters, einzelne störende Glieder (Vorwüchse, Stockausschläge, verdämmende Weichhölzer) zu entfernen. Bezüglich der hier zu treffenden Auswahl gilt alles, was schon bei der Kulturpflege gesagt ist. Gerade mit Bezug auf die sog. verdämmenden Weichhölzer, die gern auftreten (Birke, Aspe und Sahlweide), ist man hierbei wohl oft zu weit gegangen. Man sollte sie nicht schonungslos ausrotten, namentlich nicht die Birke, die später bei der Verjüngung noch gute Dienste leisten kann. Auch einige Aspen und Sahlweiden im Bestand geben oft willkommene Gelegenheit, sie in strengen Wintern als Wildäsung fallen zu lassen. Ausgesprochene Sperrwüchse lassen sich in diesem jugendlichen Alter noch am besten herausziehen. Gerade bei den Läuterungen ist zu beachten, daß sie früh genug ausgeführt und nicht vernachlässigt werden, weil dann immer eine längere Zeit kommt, in der man den jungen Bestand sich selbst überlassen muß, da er wegen seiner Dichte ziemlich unzugänglich wird. Man arbeitet weniger mit der Axt, als mit Hepe, Kulturmesser und Durchforstungsschere. Am besten beschäftigt

¹ Jürgens: Läuterungshiebe und Jugenddurchforstungen. Allg. Forst- u. Jagdztg. 1915, S. 116. — Rebmann: Bedeutung und Ausführung der Reinigungshiebe. Ebenda 1881, S. 401. — Falckenstein, v.: Über planmäßige Durchläuterungen unserer Jungbestände. Ebenda 1899, S. 225.

man damit während des Sommers einige ausgediente und zuverlässige Waldarbeiter, die diese leichte Arbeit noch gut leisten können und auch mit geringerem Tagelohn zufrieden sind. Sonst würden sich die Kosten unverhältnismäßig hoch stellen.

2. Durchforstungen.

Begriff. Geschichtliches, Stammklassenbildung. Die Durchforstungen setzen im allgemeinen erst nach dem Dickungsalter und zu einem Zeitpunkt ein, in dem die natürliche Astreinigung durch den Dichtschluß bereits begonnen hat. (Ausnahmen bilden nur einige besonders früh einsetzende Verfahren, z. B. das von Bohdannecky und Schiffel, vgl. weiter unten.) Man kann die ersten, meist nur Reisigholz ergebenden Durchforstungen auch als Reisigdurchforstungen oder Durchreiserungen noch von den späteren, stärkeres Holz liefernden Derbholzdurchforstungen trennen. Die Grenze liegt je nach Holzart und Entwicklungsgang etwa zwischen dem 30.—40. Jahre. Die Durchforstungen verfolgen neben dem Erziehungszweck auch noch einen Nutzungszweck an dem zu entnehmenden Holz des ausscheidenden Bestandes (Vornutzung).

Der Gedanke der Durchforstung ist zwar schon alt¹, aber die älteren Durchforstungen waren mehr reine Nutzungsdurchforstungen als Erziehungsmaßnahmen, da sie nur das abgestorbene oder absterbende Material entnahmen.

Noch G. L. Hartig kannte nur diese Form und wollte überhaupt nicht vor dem 40.—60. Jahre und dann nur wenige Male durchforsten. Cotta ging in seinen späteren Zeiten schon etwas weiter, insofern er schon die Zuwachsverluste durch zu großen Dichtstand erwähnt, deswegen die Stammzahlen von Jugend auf vermindern und es gar nicht erst zur Unterdrückung einzelner Glieder kommen lassen will. Trotzdem legt auch er noch großen Nachdruck auf dauernden Schluß: die Zweige der Nachbarstämme sollen sich immer berühren. In Deutschland blieb man dann noch recht lange bei dem Grundsatz der steten vollen Schlußerhaltung, während man in Frankreich und Dänemark schon früher zu stärkeren Eingriffen gekommen ist.

Grundlegend für die ganze Entwicklung der Durchforstungslehre wurden bei uns die Arbeiten von Oberforstmeister Kraft, Hannover², der den Grundsatz aufstellte, daß nicht der Schlußgrad, sondern die Zugehörigkeit zu den verschiedenen Stammklassen, die er nach der Kronenform bestimmte, für die Entnahme maßgebend sein müsse. Er unterschied

1. Vorherrschende Stämme: mit ausnahmsweise kräftig entwickelten Kronen.

2. Herrschende, in d. R. den Hauptbestand bildende Stämme: mit verhältnismäßig gut entwickelten Kronen.

3. Gering mitherrschende Stämme: Kronen zwar noch ziemlich normal geformt und in dieser Beziehung denen der 2. Stammklasse ähnelnd, aber verhältnismäßig schwach entwickelt und eingeengt, oft mit schon beginnender Degeneration. Die 3. Klasse bildet die untere Grenzstufe des herrschenden Bestandes.

4. Beherrschte Stämme: Kronen mehr oder weniger verkümmert, entweder von allen Seiten oder nur von zwei Seiten zusammengedrückt oder einseitig (fahnenförmig) entwickelt:

a) zwischenständige, im wesentlichen schirmfreie, meist eingeklemmte Kronen,

b) teilweise unterständige Kronen. Der obere Teil der Krone frei, der untere Teil überschirmt oder infolge von Überschirmung abgestorben.

¹ Laschke: Geschichtliche Entwicklung des Durchforstungsbetriebes in Wissenschaft und Praxis. Neudamm 1902.

² Kraft: Zur Lehre von den Durchforstungen, Schlagstellungen und Lichtungshieben. Hannover 1884. — Beitrag zur Durchforstungs- und Lichtungsfrage. Hannover 1889.

5. Ganz unterständige Stämme:

- a) mit lebensfähigen Kronen (nur bei Schattenholzarten),
- b) mit absterbenden oder abgestorbenen Kronen.

Man vergleiche hierzu die bildliche Darstellung der verschiedenen Stammklassen für die Kiefer nach Kraft in Abb. 208, die in kleinen Einzelheiten hier etwas verändert, im übrigen aber nach dem Original wiedergegeben ist.

In der Aufstellung dieser Stammklassen, die einmal nach der Stellung der Kronen im Kronenraum (vorherrschend, herrschend, gering mitherrschend, beherrscht) gebildet wurden, dabei aber auch weitgehend die Form der Krone,



Abb. 208. Die Kraftschen Stammklassen. Nach Kraft, etwas abgeändert. (Die Zahlen unter den Stämmen geben die entsprechende Stammklasse an.)

die ja in der Hauptsache das Ergebnis dieser Stellung ist, mit berücksichtigten, liegt das besondere und bleibende Verdienst von Kraft. Dadurch wurde zum erstenmal der Grundsatz betont und die Aufmerksamkeit der deutschen forstlichen Welt auf den Gesichtspunkt hingeleitet, daß nicht die Stammzahl und auch nicht der Schlußgrad an sich das Wesentliche für die Bestandserziehung ist, sondern die Zusammensetzung der Bestände aus Gliedern mit verschiedener Kronenentwicklung und danach auch verschiedener Leistungsfähigkeit¹. Krafts Stammklassen waren sog. nat-

türliche oder biologische. Sie wurden aus der Soziologie der Bestandentwicklung hergeleitet. Demgegenüber hat man später noch andere, sog. wirtschaftliche Stammklassen aufgestellt, welche nur die wirtschaftliche Bedeutung der einzelnen Stämme zum Einteilungsgrund nahmen (z. B. nützlich, schädlich, indifferent in der dänischen Durchforstung oder Auslese, Ausschuß und Mittelgut bei Erdmann). Mögen die letzteren auch für die praktische Handhabung der Durchforstung oft bequemer sein, so haben doch die ersteren den größeren wissenschaftlichen Wert, insofern sie allein zur vollen Erkenntnis des inneren Entwicklungsganges unserer Bestände und seiner Wirkung auf den Zuwachsgang des Einzelstammes wie des ganzen Bestandes zu führen vermögen.

¹ Ansätze dazu fanden sich freilich schon früher auch in anderen deutschen und außerdeutschen Arbeiten (vgl. dazu die erschöpfende Darstellung bei Lönnroth: Untersuchungen über die innere Struktur und Entwicklung gleichaltriger naturnormaler Kiefernbestände. Helsinki 1925). Aber Krafts unabhängig entwickelte Arbeiten haben sich zweifellos zuerst allgemein durchgesetzt, und ihm gebührt daher wohl allein hier das Recht der Priorität!

An Durchforstungsgraden unterschied Kraft nur drei:

„1. Grad, schwache Durchforstung: Nutzung der 5. Stammklasse.

2. Grad, mäßige Durchforstung (meist die oberste, häufig noch nicht einmal erreichte Grenze der gewöhnlichen Durchforstungspraxis): Nutzung der Stammklassen 5 und 4b.

3. Grad, starke Durchforstung: Nutzung der Stammklassen 5, 4b und 4a.“

Kraft bewegte sich hiermit durchaus noch auf dem später verlassenem Wege, die Bestandserziehung nur in der Entfernung des an sich schon Beherrschten und Zurückbleibenden zu suchen. Dabei bleibt aber zu beachten, daß die Praxis damals (1884!) nach Krafts Bemerkung bei der mäßigen Durchforstung meist noch nicht einmal diesen Grad erreichte, sondern sich in der Hauptsache nur auf das beschränkte, was man später mit Recht verächtlich als „Leichenbegängnis“ oder „Bestattung der Toten“ zu bezeichnen pflegte. So nachhaltig wirkte hier die Angst der Hartigschen Schule vor jeder Lockerung des Kronenschlusses!

Im übrigen findet sich bei Kraft schon ein erster, wenn auch noch recht schüchterner Ansatz zu neuzeitlicher Auffassung, wenn er sagt, daß es unter Umständen da, wo starke Durchforstung aus dem einen oder anderen Grunde nicht angebracht sein sollte, möglich sei, „an die Stelle der gleichmäßigen Durchforstung den Loshieb (wir würden heute sagen Freihieb) der besten Stämme erster und zweiter Klasse treten zu lassen“, wobei die „irrelevanten Teile der Stammklasse 4a und 4b und evtl. sogar die Stammklasse 5 unberührt bleiben“ könnten. Er betont dann ferner, das Charakteristische dieser Loshiebe wäre die Stammpflege im Gegensatz zu der mit der gleichmäßigen Durchforstung verbundenen Bestandespflege, und der Zweck der Loshiebe sei der, „einer genügenden Anzahl der allerbesten und am meisten versprechenden Stämme genügenden Wachsraum zu verschaffen“. Hier liegen alle Gedanken der neuesten Entwicklung schon im Keim eingeschlossen. Die Zeit war damals nur noch nicht reif, und die Kluft zwischen der herrschenden Anschauung und diesen Gedanken war noch zu groß, als daß sie schon weitere Kreise ziehen konnten.

In der weiteren Entwicklung der Durchforstungslehre traten dann aber diese und andere neue Gedanken immer mehr hervor¹. Borggreve lenkte die Aufmerksamkeit auf die vielfach schlechten Stammformen und den übergroßen Kronenraum, den gerade die vorwüchsigen Stämme der Kraftschen Klasse I im Bestand einnehmen, und schuf den Begriff der „vorwüchsigen Protzen“, deren Beseitigung unbedingt angestrebt werden müsse. Aus Frankreich und Dänemark² kam Kunde von starken Eingriffen in die dortigen Laubholzbestände, bei denen man es auf die Pflege einer nicht zu großen Anzahl schön geformter herrschender Stämme „Elitestämme“, durch Kronenfreihieb absah, wofür dann unterständiges Material als Bodenschutz- und Treibholz belassen wurde. Daran entwickelte sich der Begriff des „Zukunftsstammes“. Zahlreiche Praktiker und Theoretiker und auch die forstlichen Versuchsanstalten haben sich an der Fortführung dieser neuen Gedanken beteiligt, zahlreiche Varianten von Durchforstungsmethoden mit besonderem Namen sind entstanden und füllen Zeitschriften und Lehrbücher.

¹ Eine gute Darstellung über die geschichtliche Entwicklung bei Bühler: Waldbau Bd. 2, S. 416ff. Diese ist besser und inhaltreicher als die unnötig mit Zahlen und Tabellen belastete Arbeit von Laschke (vgl. Fußnote S. 447).

² Broillard: Le Traitement des bois en France. Paris 1881. — Boppe: Traité de sylviculture. 1889. — Metzger: Dänische Reisebilder. Mündener forstl. Hefte Bd. 9, S. 81. — Zur Beurteilung der dänischen Forstwirtschaft. Allg. Forst- u. Jagdztg. 1898, S. 346. — Referat auf d. dtsh. Forstversammlung in Schwerin 1899: Ist die in Dänemark gebräuchliche Art der Buchenbestandspflege bisher in Deutschland schon zur Anwendung gelangt und unter welchen Umständen etwa würde sich ihre Einführung in deutschen Waldungen bewähren?

Es kann nicht die Aufgabe sein, hier alle diese Dinge in ihren Einzelheiten darzustellen. Auf einige der bekanntesten Methoden soll später noch eingegangen werden.

Wirkungen der Durchforstung. Im großen und ganzen sind bei der Erörterung der Durchforstungsfrage als Hauptgesichtspunkte immer wieder herausgesprungen:

1. Die Wirkung der Durchforstung auf den Boden: Diese kann ungünstig werden, wenn durch den vermehrten Lichteinfall eine Verunkrautung hervorgerufen wird, und Nährstoffe und Niederschläge in starkem Maße hierdurch in Anspruch genommen werden, was besonders auf leichteren und trockenen Böden ins Gewicht fallen wird. Auf feuchteren, untätigen Böden tritt mehr die Gefahr einer Humusverschlechterung durch eine sich einstellende Rohhumusflora in den Vordergrund. Andererseits kann aber die Durchforstung auf trockenen Böden durch die Stammzahlverminderung und damit die Herabsetzung des Wasserverbrauchs durch die Bäume auch feuchtigkeits erhöhend wirken¹, wofern sich eben nicht an Stelle dieser Verbraucher eine ebenso stark verbrauchende Bodenflora einstellt. Auch kann bei Rohhumusgefahr eine Mehrzuführung von Licht und Wärme zum Boden ebensooft auch in günstiger Weise die Zersetzung fördern. Wir sehen also, wie verschiedenartig die Wirkungen auf den Boden sein und wie sie sich oft diametral gegenüberstehen können.

2. Die Wirkung auf den Forstschutz: Auch hier bestehen ähnliche Gegensätze. Während in dem einen Fall ein durchforsteter Bestand sturmsicherer und schneebruchfester ist als ein undurchforsteter, wird in anderen Fällen gerade das Umgekehrte beobachtet. Hier dürfte neben Fehlern in Maß und Form der Durchforstung vielfach die Zufälligkeit zwischen Eintritt der Beschädigung und Zeit der letzten Durchforstung mitspielen. Im allgemeinen sind die Bestände nämlich um so empfindlicher, je kürzer die letzte Durchforstung zurückliegt. Daß die Entfernung kranker und kränkender, von Insekten oder Pilzen befallener Stämme viel Infektionsmaterial aus dem Walde schafft, ist unbestreitbar. Trotzdem sieht man leider in vielen Fällen bisher keinen deutlichen Erfolg (Schwamm-aushiebe nach Möller, Kienzopfbekämpfung nach Haack).

3. Die Wirkung auf den Zuwachs: Dieses ist die am lebhaftesten erörterte und am meisten umstrittene Frage, auf die noch später näher einzugehen sein wird. Hier sollen zunächst nur die allgemeinen Gesichtspunkte hervorgehoben werden. Durch die Stammzahlverminderung wird zweifellos die Anzahl der Zuwachsträger im Bestand verkleinert. Soll der fernere Zuwachs auf der Einheitsfläche auch nur gleichbleiben, so müssen also die verbleibenden Stämme nach der Durchforstung sehr viel stärker zuwachsen, um den Ausfall der übrigen entnommenen Zuwachsträger mit zu decken.

Eine andere Frage ist die, wie die Durchforstung auf die Stärke der Einzelstämme wirkt. Das Ziel ist ja im allgemeinen, möglichst früh möglichst starke Stämme zu erzielen. Daß dies bei lockerem Stand eher erreicht wird als bei zu dichtem, ist kaum zweifelhaft. Hierbei ist aber zu beachten, daß, wenn dieses Ziel nur durch sehr lange und starke Freistellung erreichbar ist, auf der anderen Seite eben die Gesamtmassenerzeugung wegen der geringen Stammzahlen heruntergedrückt werden kann.

Wichtiger wie die Massenerzeugung ist natürlich die Wertleistung. Auch hier entstehen z. T. gegenläufige Wirkungen. Bäume im lockeren Schluß werden zwar rascher stark, und damit steigt im allgemeinen auch ihr Festmeterwert (übrigens bei verschiedenen Holzarten nur bis zu einer gewissen Grenze),

¹ Vgl. die Albertschen Untersuchungen hierüber in durchforsteten und nichtdurchforsteten Stangenhölzern bei Eberswalde, S. 138.

auf der anderen Seite wird aber auch ihre Ästigkeit größer und vermindert den Holzwert. Wir sehen schon aus diesen kurzen allgemeinen Betrachtungen, wie verwickelt die Dinge hier liegen. Dazu kommt noch die Schwierigkeit eines einheitlichen Maßstabes für die bestimmenden Faktoren und für die Art und den Grad der Bestandeseingriffe.

Die Stammzahlen allein sind zwar ein sehr einfacher, aber ganz ungenügender Maßstab, da es nicht das gleiche ist, ob 100 schwache oder 100 starke Stämme auf der Fläche arbeiten. Man hat daher vorgeschlagen, die Stammzahlen unter Berücksichtigung des Brusthöhendurchmessers zu nehmen und danach besondere Normallichtungstafeln entworfen¹. (Auf Ähnliches kam übrigens schon die alte Königsche Abstandszahl $a = \frac{s}{d}$ heraus, worin s die durchschnittliche Standraumseite des Baums und d sein Durchmesser in Brusthöhe ist.)

Ein etwas anderer Gedanke liegt den Köhlerschen Stammzahltafeln² zugrunde. Diese gehen davon aus, daß die Krone in einem angemessenen Verhältnis zur Stammlänge stehen soll, z. B. bei der Fichte 1 : 2. Durch Messungen wurde ermittelt, bei welchem Standraum für jede Höhe dieses Verhältnis zu erreichen ist, und aus dem Standraum wird dann die zulässige Stammzahl berechnet.

Die Wichtigkeit einer genügenden Kronenlänge ($\frac{1}{3}$ und mehr) wird auch von anderer Seite betont (Schiffel, Schwappach, v. Kalitsch, Junack u. a.).

Andere wollen die Stammgrundflächensumme des Bestandes zugrunde legen. Diese soll nur bis zu einem gewissen Alter auf eine für die Zuwachsleistung optimale Höhe steigen, um dann dauernd auf dieser gehalten zu werden. Der Zuwachs an Fläche ist dann bei jeder Durchforstung zu entnehmen³.

Alle diese Maßstäbe aber bleiben bei der großen Vielseitigkeit der Fälle in bezug auf Standort, periodische Schwankungen der Witterung und besonders die verschiedene Zuwachsleistung der einzelnen Stammklassen immer mehr oder minder unvollkommen. Zahlreiche Zuwachsuntersuchungen haben immer wieder ergeben, daß sich die verschiedenen Stämme, je nach ihrer Stellung im oberen, mittleren oder unteren Kronenraum in sehr verschiedener Weise am Zuwachs des ganzen Bestandes beteiligen. So erzeugen nach Schwappach bei der Kiefer die Stämme des Abtriebsbestandes (die 400—600 stärksten Stämme vom 50.—120. Jahre) allein 90% des gesamten Zuwachses in dieser Zeit! Für die Beurteilung der Wirkung des Durchforstungseingriffes ist daher eigentlich immer eine genaue Analyse des Bestandes vorher und nachher notwendig.

Hier hat denn auch die Arbeit der forstlichen Versuchsanstalten eingesetzt, die neuerdings zahlreiche Versuchsflächen mit Numerierung der einzelnen Stämme eingerichtet haben, um die hier schwebenden Fragen zu klären⁴. Bis jetzt ist aber die Dauer dieser Versuche doch noch zu kurz, um ein völlig abschließendes Urteil zu gestatten, zumal die Grundsätze seit Anlegung der ältesten Flächen sogar noch manchmal gewechselt haben. Dies wurde notwendig, weil die frühere Lehre von der Unantastbarkeit des herrschenden Bestandes mit den Forderungen einer gesteigerten Nutzholzerziehung tatsächlich nicht mehr vereinbar schien.

¹ K o z e š n i k : Die Bestandespflege mittels der Lichtung nach Stammzahltafeln und ein Vorschlag zur Benutzung einer Normallichtungstafel. Wien 1898.

² K ö h l e r : Über Stammzahlen. Tübingen 1914. In: Unsere Forstwirtschaft im 20. Jahrhundert, herausgegeben von Chr. Wagner.

³ S c h w a p p a c h : Die Rotbuche, Neudamm 1911, berechnete das Optimum für die Buche vom 60. Jahr an bei 20—25 qm pro Hektar. — Vgl. auch Martin: Forstliche Statik, 2. Aufl., S. 360; Z. f. Forst- u. Jagdwes. 1902, S. 635; Tharandter forstl. Jb. 1909, S. 133. — Folgerungen der Bodenreinertragstheorie. 5 Bde. Leipzig 1894—99.

⁴ In Preußen bestehen solche Durchforstungsversuchsflächen nun schon seit über 50 Jahren, die Numerierung der Stämme ist seit 38 Jahren durchgeführt.

Die Durchforstungsarten.

1. Die Durchforstungsarten der Versuchsanstalten. Ihren Niederschlag fanden die neuen Gedanken in der veränderten Form der Anweisung der Deutschen forstlichen Versuchsanstalten zur Ausführung von Durchforstungsversuchen vom Jahre 1902. Zunächst erfuhr die Kraftsche Stammklasseneinteilung eine wesentliche Erweiterung, indem neben der Kronenform auch die Güte der Stammbildung mitberücksichtigt wurde. Die normalerweise den Hauptbestand bildende Klasse 2 der „herrschenden“ wurde als Klasse 1 an die Spitze gestellt. Die Stammklasseneinteilung der Deutschen forstlichen Versuchsanstalten ist danach folgende:

I. Herrschende Stämme, welche am oberen Kronenschirm teilnehmen:

Kl. 1. Stämme mit normaler Kronenentwicklung und guter Stammform,

Kl. 2. Stämme mit abnormer Kronenentwicklung oder schlechter Stammform.

a) eingeklemmte (*kl*), b) schlecht geformte Vorwüchse (*vo*), c) sonstige Stämme mit fehlerhafter Stammausformung, insbesondere Zwiesel (*zw*), d) sog. Peitscher (*pt*), e) kranke Stämme aller Art (*kr*).

II. Beherrschte Stämme, welche am oberen Kronenschirm nicht teilnehmen:

Kl. 3. Zurückbleibende, aber noch schirmfreie Stämme, } für Boden- und

Kl. 4. unterdrückte (unterständige, übergipfelte) } Bestandespflege in
aber noch lebensfähige Stämme, } Betracht kommend.

Kl. 5. Absterbende und abgestorbene Stämme, für Boden- und Bestandespflege nicht mehr in Betracht kommend. Auch niedergebogene Stangen gehören hierher.

Auch diese Stammklasseneinteilung ist in der Hauptsache auf biologische Gesichtspunkte eingestellt, doch verbinden sich damit auch schon wirtschaftliche, die in der Schaftausbildung zum Ausdruck kommen, die bei Kraft gar keine Berücksichtigung fand, was entschieden ein Mangel, besonders auch für die Bedürfnisse der Praxis, war.

Die Einteilung der Versuchsanstalten ist jedenfalls recht brauchbar, einfach und übersichtlich, wenn sie auch nicht ganz erschöpfend ist und im einzelnen noch Lücken und Zweifelsfälle bleiben. So z. B. das Fehlen der „gering Mitherrschenden“ von Kraft, das Fehlen von „Vorwüchsigen mit abnormer (übergroßer) Krone und gutem Schaft, von „Unterdrückten, noch lebensfähigen“, die für die Bestandespflege nicht in Betracht kommen, z. B. Reiber und einiges andere mehr. Da solche Fälle aber doch nur seltener vorkommen und die Einteilung für den praktischen Gebrauch möglichst knapp sein soll, so ist daraus keine Beanstandung abzuleiten (vgl. dazu die erschöpfendere, aber doch auch umständlichere Einteilung von Heck bei dessen „Freier Durchforstung“).

Für die Durchforstungsarten und -grade wurde folgende Einteilung gegeben:

I. Niederdurchforstung.

1. Schwache Durchforstung (A-Grad). Diese bleibt auf die Entfernung der abgestorbenen und absterbenden Stämme, sowie der niedergebogenen Stangen (Klasse 5) und kranker Stämme beschränkt und hat nur noch die Aufgabe, Materialien für vergleichende Zuwachsuntersuchungen zu liefern.

2. Mäßige Durchforstung (B-Grad). Diese erstreckt sich auf die abgestorbenen und absterbenden, niedergebogenen unterdrückten Stämme, die Peitscher, die gefährlichsten und schlecht geformten Vorwüchse, soweit sie nicht durch Ästung unschädlich zu machen sind, und die kranken Stämme (Klasse 5, 4 und ein Teil von 2).

3. Starke Durchforstung (C-Grad). Diese entfernt allmählich alle Stämme der Klassen 2—5, sowie auch einzelne der Klasse 1, wenn nötig, so daß nur Stämme mit normaler Kronenentwicklung und guter Schaftform in möglichst gleicher Verteilung verbleiben, welche nach allen Seiten Raum zur freien Entwicklung ihrer Kronen haben, jedoch ohne daß eine dauernde Unterbrechung des Schlusses stattfindet.

Für die Grade B und C gelten noch folgende Grundsätze:

a) In allen Fällen, in denen durch Herausnahme herrschender Stämme Lücken entstehen, können daselbst etwa vorhandene unterdrückte oder zurückbleibende Stämme belassen werden.

b) Bei Entfernung gesunder Stämme der Klasse 2 mit schlechter Kronenentwicklung oder Schaftform ist mit derjenigen Beschränkung zu verfahren, welche durch Rücksicht auf die Beschaffenheit und den Schluß des gesamten Bestandes geboten ist.

II. Hochdurchforstung. Diese ist ein Eingriff in den herrschenden Bestand zum Zwecke besonderer Pflege dereinstiger Haubarkeitsstämme unter grundsätzlicher Schonung eines Teils der beherrschten Stämme. Hiervon sind 2 Grade zu unterscheiden:

1. Schwache Hochdurchforstung (D-Grad). Diese beschränkt sich auf den Aushieb der abgestorbenen und absterbenden, niedergebogenen, ferner der schlecht geformten und kranken Stämme, der Zwiesel, Sperrwüchse, Peitscher, sowie derjenigen Stämme, welche zur Auflösung von Gruppen gleichwertiger Stämme entnommen werden müssen. Es werden also entfernt: Klasse 5, ein großer Teil von Klasse 2 und einzelne Stämme von Klasse 1. Die Entfernung der schlecht geformten Vorwüchse und der sonstigen Stämme mit fehlerhafter Schaftform, insbesondere der Zwiesel, kann, wenn solche Stämme in größerer Anzahl vorhanden sind, zur Vermeidung zu starker Schlußunterbrechung auf mehrere Durchforstungen verteilt werden. Sie geschieht beim D-Grad überhaupt auch nur insoweit, als sie abkömmlich erscheinen. Auch empfiehlt es sich, die bei der ersten Durchforstung verbleibenden Stämme dieser Art durch Aufästung oder Beseitigung von Zwieselarmen vorläufig unschädlich zu machen.

2. Starke Hochdurchforstung (E-Grad). Dieser Grad erstrebt unmittelbar die Pflege einer verschieden bemessenen Anzahl von Haubarkeitsstämmen. Zu diesem Zwecke werden außer den abgestorbenen, absterbenden, niedergebogenen und kranken Stämmen auch alle diejenigen entnommen, welche die gute Kronenentwicklung der Haubarkeitsstämme behindern, also Klasse 5 und Stämme der Klassen 1 und 2.

Zu der Stammklassenbildung und den verschiedenen Durchforstungsgraden der Deutschen forstlichen Versuchsanstalten vergleiche man die schematische Darstellung in Abb. 209, wobei zu berücksichtigen ist, daß ein kurzes Bestandesprofil die Verhältnisse natürlich immer nur unvollkommen und etwas verzerrt darstellen kann. Zur besseren Veranschaulichung der tatsächlichen Stellung möge die Abb. 210 von 3 Versuchsfeldern der Sächs. forstl. Versuchsanstalt in einem 55jährigen Buchenbestand II. Standortsklasse dienen, der in Neudorf im Erzgebirge auf Basalt über Gneis stockt und aus Streifensaat nach Kahlschlag eines lückigen Fichtenaltholzes entstanden ist. (Höhe 700 m ü. M.)

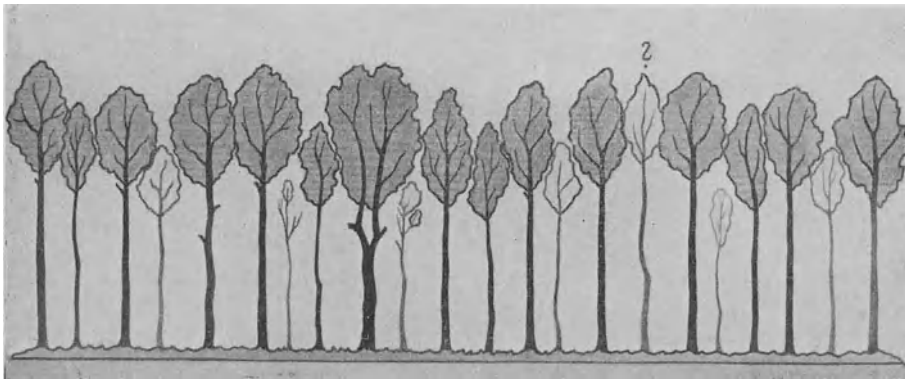
Man beachte neben der Beteiligung der verschiedenen Stammklassen und der Schaftausformung auch den Bodenzustand (beginnende Verunkrautung bei der starken Niederdurchforstung).

Die im obigen Arbeitsplan aufgeführten 5 Durchforstungsgrade stellen nicht etwa eine einfache Steigerung vom A-Grad bis zum E-Grad dar, sondern zwei nach den Gruppen Nieder- und Hochdurchforstung geschiedene, im innersten Wesen voneinander abweichende Durchforstungsarten. Die Niederdurchforstung bewegt sich grundsätzlich noch ganz im Sinne der Kraftschen

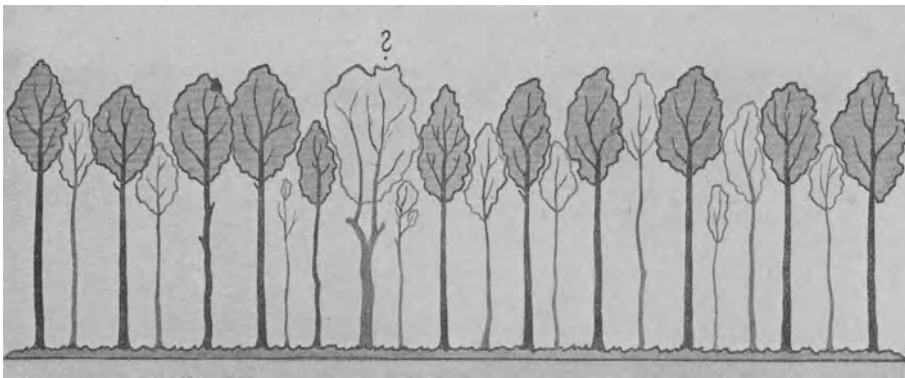
Abb. 209. Profilschema verschiedener Durchforstungsgrade.

Nach den Regeln der deutschen forstlichen Versuchsanstalten. Entworfen von Dengler.

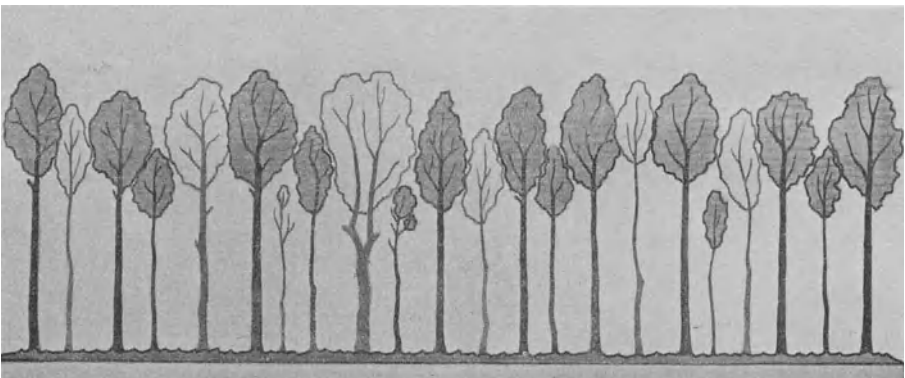
(Die Zahlen entsprechen den Stammklassen der deutschen Versuchsanstalten. Die hellen Bäume werden entnommen, die dunklen bleiben stehen!)



1 3 1 4 2 1 5 3 2 5 1 3 1 4 1 2 1 5 3 1 4 1
 Mäßige Niederdurchforstung (B-Grad). Entfernt alle abgestorbenen und absterbenden Stämme (5), unterdrückte, noch lebensfähige (4) und einzelne Vorwüchse, Peitscher und Kranke (Teile von 2).



1 3 1 4 2 1 5 3 2 5 1 3 1 4 1 2 1 5 3 1 4 1
 Starke Niederdurchforstung (C-Grad). Entfernt allmählich alle Stämme der Klassen 2-5 und einzelne von 1, wenn nötig. Gleichmäßig lockere Stellung ohne dauernde Schlüßdurchbrechung.



1 3 1 4 2 1 5 3 2 5 1 3 1 4 1 2 1 5 3 1 4 1
 Schwache Hochdurchforstung (D-Grad). Greift zur Pflege gut geformter Zukunftsstämme (Kl. 1) in den herrschenden Bestand ein und entfernt möglichst alle Vorwüchse, Peitscher, Kranken (2), aber zur Auflösung von Gruppen auch einzelne von Kl. 1. Dagegen grundsätzliche Erhaltung aller lebensfähigen Unterdrückten (4). Die Zurückbleibenden (3) werden insoweit entnommen, als sie die Kronen von 1 beengen.

Abb. 210. Durchforstungsversuchsflächen der Sächs. Forstl. Versuchsanstalt.

Buche 55jährig, II. Standortsklasse. Nach Borgmann, Waldbilder aus Sachsen.



1. Mäßige Niederdurchforstung
(B-Grad).
1147 Stämme, 25,1 qm Grundfläche, 16,7 cm mittlerer Durchmesser, 272 fm Gesamtmasse.



2. Starke Niederdurchforstung
(C-Grad).
794 Stämme, 19,4 qm Grundfläche, 17,6 cm mittlerer Durchmesser, 212 fm Gesamtmasse.



3. Schwache Hochdurchforstung
(D-Grad).
530 Stämme Hauptbestand,
1380 Stämme Füllbestand.
Grundfläche: 14,4 qm Hauptbestand, 9,6 qm Füllbestand.

Mittlerer Durchmesser: 18,6 cm
Hauptbestand, 9,4 cm Füllbestand. Gesamtmasse: 163 fm
Hauptbestand, 83 fm Füllbestand.

Durchforstung im beherrschten Bestande. Wenn beim B- und C-Grad doch schon Eingriffe in die Klasse 2 der Herrschenden (Peitscher und gefährlichste schlecht geformte Vorwüchse) vorgesehen sind, so ist das nur ein Kompromiß mit der praktischen Vernunft, aber eigentlich gegen den Sinn und das Wesen des zugrunde liegenden Gedankens. Die Hochdurchforstung sieht den Erziehungserfolg von vornherein nur im Eingriff ins Herrschende, das Beherrschte wird grundsätzlich erhalten, weil seiner Entfernung kein wirklich erzieherischer Erfolg für den Zukunftsbestand zuerkannt wird, und weil es zur Bodendeckung und zur Bestandespflege (Astreinhaltung der Zukunftsstämme von unten her) dienen soll. Hier ist also etwas wirklich Neues und anderes in den Durchforstungsgedanken gekommen, hier steht eine alte Anschauung einer neuen gegenüber!

Der neue Gedanke der Hochdurchforstung beruht auf der Erkenntnis, daß es vor allem die Glieder des herrschenden Bestandes sind, die die Produktion und die Ausformung des dermaleinstigen Haubarkeitsbestandes bestimmen, und daß in der Hauptsache nur sie es sind, die gegenseitig in Wettbewerb treten und sich schmälern können. Ob dieser Gedanke in voller Schärfe richtig ist, ob er vor allen Dingen auf alle Holzarten und Standorte zutrifft, soll hier zunächst nicht weiter untersucht werden. Jedenfalls hat er in der Folgezeit bei fast allen neu auftretenden Arten der Durchforstung starke Schule gemacht. Nur die Borgrevesche Plenterdurchforstung ging einen ganz anderen Weg. Die große Praxis ist dem Gedanken der Hochdurchforstung nur sehr zögernd und allmählich gefolgt. Eine gewisse Schwierigkeit in der Durchführung des Grundsatzes von der Belassung des Unterstandes hat sich im Laufe der Zeit auch darin gezeigt, daß dieser bei Lichthölzern überhaupt kaum, aber auch bei der Buche etwa nur bis zum 60. Jahre zu halten ist. Mehr und mehr verschwindet auch bei der Hochdurchforstung der Füllbestand durch Absterben der Zurückbleibenden dem Durchforster unter der Hand, oder einzelne Glieder wachsen in den Hauptbestand ein!

2. Besondere Durchforstungsarten. Über die verschiedenen Abarten neuerer Durchforstungen, die sich in vielen Einzelzügen oft außerordentlich nahestehen und oft nur durch Äußerlichkeiten, ja manchmal sogar nur durch die Benennung unterscheiden, soll hier nur eine kurze Übersicht der hauptsächlichsten, bekannteren Formen gegeben werden.

a) Hecks freie Durchforstung¹. Heck schließt sich in der Stammklassenbildung der Kraftschen Einteilung an, will aber die Schaftbildung durch Bildung von besonderen Schaftklassen als Unterstufen der Kraftschen Kronenklassen berücksichtigt wissen, und zwar α = gerader, schöner, langschäftiger Nutzstamm, β = mittelmäßiger oder kurzschäftiger Nutzstamm, γ = krumm, rau, astig, δ = Zwiesel, ε = sehr stark vergabelt (soweit in Kl. 1 und 2 = „Protzen“), ζ = Stockausschlag, η = krank.

Die „freie Durchforstung“ oder „Durchforstung der freien Hand“ soll ohne Bindung an bestimmte Regeln und an bestimmte Kronenklassen in freier Würdigung des einzelnen Falles unter Begünstigung der jeweils besseren Schaftklassen vorgehen. Gute Verteilung der Hauptstämme ohne Festlegung durch Ölfarbenringe, tunliche Schonung des Unterstandes, mäßige Schlußunterbrechung, stärkere Lichtstellung im Herrschenden erst vom 50. Jahre ab. Hecks Durchforstung ist wohl in vielen Fällen, wo überhaupt intensiv und nach dem allgemeinen Gesichtspunkt der Hochdurchforstung gearbeitet wird,

¹ Heck: Freie Durchforstung. Mündener forstl. Hefte 1898, S. 18. — Zur freien Durchforstung. Allg. Forst- u. Jagdztg. 1902, S. 298. — Freie Durchforstung. Berlin 1904. — Zur Entwicklung der freien Durchforstung. Allg. Forst- u. Jagdztg. 1924, S. 577; 1925, S. 51.

mit dem Verfahren der Praxis übereinstimmend, die tatsächlich frei und nicht nach bestimmten Stammklassen und Regeln durchforstet.

b) Dänische Durchforstung¹. Hauptsächlich für Buche im Reinbestand. Stammklassen:

A. Hauptstämme, geradwüchsig und mit voller Krone.

B. Schädigende Nebenstämme, d. h. solche, welche die Kronenentwicklung der Hauptstämme beengen.

C. Nützliche Nebenstämme, d. h. solche, welche die untere Astreinigung an den Hauptstämmen besorgen.

D. Indifferente Stämme, d. h. solche, welche vorerst keine Schädigung bewirken, eventuell eher durch Laubabwurf die Bodengüte heben.

Wirtschaftsziel: Reine Buchenbestände mit möglichst hohen Stammstärken von 40—50 cm in Brusthöhe und einem 10—15 m langen astreinen Schaft in 100—120 Jahren. Die einfache Durchforstungsregel ist: A und C schonen, B beseitigen, D nach Bedarf nutzen (Absatz, Preislage, Hiebsatz usw.).

Durchforstungsbeginn sehr früh, vom 20. Jahre an, Wiederholung im allgemeinen in Zeitabschnitten, die so viel Jahre auseinanderliegen sollen, als der Bestand Dezennien zählt. (In der Praxis aber nicht so genau: bis zum 40. Jahre alle 3 Jahre, bis zum 60.—90. Jahre alle 5—6 Jahre, später alle 10 Jahre.) Etwa im 60. Jahre Auswahl von 200—300 Zukunftsstämmen, die mit Kalk oder Teer bezeichnet (geringelt) werden. Soweit reine Hochdurchforstung. Nach Erreichung der astreinen Schaftlänge von 15 m wird aber dann der Unterstand allmählich entfernt. Der Boden soll auch im Stangenholzalter nie eine reine Laubdecke tragen, sondern schon frühzeitig leicht begrünt sein (Mullflora, vor allem *Asperula*).

Ein Vergleich der dänischen und deutschen Ertragstabellen für Buche II (nach Oppermann bzw. Schwappach 1893) zeigt für das Alter 120 Jahre folgende bemerkenswerten Unterschiede:

	Stammzahl	Höhe m	Durchmesser cm	Masse Derbholz + Reisholz fm	Vorertrag fm	Gesamtzuwachs fm
Deutsch ² . .	402	29,8	32,8	595	419	1014
Dänisch . .	167	28,6	50,8	595	787	1382

Die Mehrleistung liegt also auf dänischer Seite hauptsächlich in den starken Vornutzungen und im stärkeren Durchmesser des Haubarkeitsbestandes. Ob aber diese Erfolge nicht auch in dem günstigeren Klima und in besseren Böden mitbegründet sind, ist fraglich. (Die Höhenbonität ist eben, namentlich bei so verschiedener Behandlung von Jugend auf, kein unbedingt zuverlässiger Beweis für gleiche Standortsgüte.) Jedenfalls aber muß die Methode für die dänischen Verhältnisse als äußerst erfolgreich bezeichnet werden und verdient auch bei uns alle Beachtung.

c) Bramwalder Durchforstung im Herrschenden³. Sie steht auf einer gewissen mittleren Linie zwischen der „Freien Durchforstung“ und der „Dänischen“. Von der letzteren hat sie die noch etwas vereinfachte Stammklassenbildung: a) nützliche, b) schädliche, c) abkömmlische. Das

¹ Literatur s. Metzger: Fußnote S. 449. — Ferner Urich: Dänische und deutsche Buchenhochwaldwirtschaft.

² Die Schwappachsche Ertragstabelle von 1911 A (für lockeren Schluß) zeigt ebenfalls niedrigere Zahlen: 280 Stämme, 30,8 m Höhe, 33 cm Durchmesser, 420 fm Masse, 702 fm Vorertrag, aber auch nur 1122 fm Gesamtzuwachs. Die ältere Tabelle von 1893 mit ihren viel höheren Stammzahlen dürfte aber den heutigen tatsächlichen Verhältnissen der deutschen Praxis in allen Beständen, die noch nicht in Verjüngung stehen, näher kommen.

³ Michaelis: Wie bringt Durchforsten die größere Stärke- und Wertzunahme des Holzes? Neudamm 1913. — Gute Bestandespflege mit Starkholzzucht. Neudamm 1907.

stärkere Eingreifen zugunsten der Zukunftsstämme beginnt früher wie bei der freien Durchforstung, geht aber nicht so scharf vor wie bei der dänischen. Durchforstungswiederkehr alle 3—5 Jahre. Die Zukunftsstämme werden nicht festgelegt und bezeichnet, sondern von Fall zu Fall ausersehen und begünstigt.

Das Ziel ist möglichst gleichbleibende Jahresringbreite an den Zukunftsstämmen. Beim Durchforsten soll nicht einseitig „Jagd auf die Minderwertigen“ gemacht werden, sondern umgekehrt nach den wertvolleren Bestandegliedern gesucht werden. Diese sind zu begünstigen, indem jeder von ihren Nachbarn, der sie im oberen Kronenraum „handgreiflich beeinträchtigt“, zum Nutzen für den besseren entfernt wird.

Grundlegend sind die von Michaelis auf Grund seiner Holzpreisbeobachtungen entwickelten Sätze: 1. Die Einheitswerte astreiner Nutzholzabschnitte verhalten sich wie die homologen Durchmesser, 2. die Holz mengen wie die Quadrate der Durchmesser, daher 3. die Gesamtwerte wie die Kuben der Durchmesser. Darauf begründet er als Hauptziel: Stärkste Förderung des Durchmessers beim Zukunftsstamm, die selbst bei etwas geringeren Gesamtabtriebserträgen pro Hektar doch noch sehr viel höhere Gelderträge bringt.

d) Die französische *Éclaircie par le haut*¹. Vorläufer unserer „Hochdurchforstung“, die ihren Namen wohl auch danach bekommen hat. In Frankreich schon seit alter Zeit in den gemischten Eichen-Buchen-Beständen und in ehemaligem Mittelwald zur Begünstigung von „Elitestämmen“ eingeführt, die immer frei gehauen werden sollen, während der Mittel- und Unterstand zur Schafftreinigung und Bodenpflege erhalten bleibt. „Die Krone im Licht, der Stamm im Schatten, der Fuß im Frischen.“ Gegensatz „*éclaircie par le bas*“, nur das Unterdrückte entnehmend, daher nicht mit der Niederdurchforstung der Versuchsanstalten (B- und C-Grad!) gleichbedeutend.

e) Die Posteler Durchforstung. Durch den Verfasser der „Forstästhetik“ v. Salisch auf seinem Waldgut Postel durchgeführt. Eine Hochdurchforstung mit dem Ziel, daß der Bestand nicht durchsichtig wird, sondern überall von Grün erfüllt bleibt. Was schön ist, ist auch gut und nützlich.

f) Die Worliker Durchforstung². Diese von Bohdannecky auf dem Fürstlich Schwarzenbergschen Besitz Worlik in Böhmen ausgebildete Durchforstung hatte ihre Entstehungsursache in überdichten, aus Saat hervorgegangenen und im Wuchs stockenden Fichtenbeständen, die am Ende der Umtriebszeit nur schwaches Gruben- und Papierholz lieferten. Dem sollte für die Zukunft durch möglichst weitständige Pflanzung und wiederholtes Durchschneiden der Jungwüchse und sehr frühzeitige Durchforstungen vorgebeugt werden. Mit 25—30 Jahren sollten höchstens 2500 Stämme je Hektar stehen. Die Kronen sollten noch bis zum Boden hinuntergehen, mit 35 Jahren noch $\frac{2}{3}$ und im Abtriebsalter noch $\frac{1}{2}$ der Baumlänge einnehmen! Die Jahrringbreiten sollten durchschnittlich auf 3 mm gehalten werden, so daß im 80jährigen Alter 25—35 cm starke Durchmesser erreicht würden. Die Methode hat vor allem die Besonderheit, daß auf die Erziehung astreiner Schäfte nicht in der Jugend, sondern erst im Alter Wert gelegt wird, und daß das astreine Schaftstück auch im Alter nur verhältnismäßig kurz bleiben soll. Die Durchforstungsweise ist leider in Worlik nach Bohdanneckys Abgang nicht mehr weitergeführt worden, und die Bestände sind wieder so dicht geworden, daß die weiteren Zuwachseleistungen und die Holzqualität sich heute der Beurteilung entziehen. Im übrigen ist die Methode nach den s. Z. an Ort und Stelle gemachten Beobachtungen von Schwappach, Schiffel und Rebel als sehr erfolgreich und zum mindesten für die Fichte auf besseren Böden als sehr beachtenswert empfohlen worden.

g) Die Borggrevesche Plenterdurchforstung³. Eigenartig wie in allen seinen Gedanken war Borggreve auch in der von ihm entwickelten Durch-

¹ Literatur vgl. S. 449.

² Schwappach: Wie sind junge Fichtenbestände zu durchforsten? Z. f. Forst- u. Jagdwes. 1905, S. 11. — Über die Wirkung frühzeitiger starker Durchforstungen an Fichtenbeständen. Festschrift d. F. Hochsch. H.-Münden, S. 31. Frankfurt a. M.: Sauerländer 1924. — Rebel: Die Worliker Bestandserziehung. Forstwiss. Zbl. 1905, S. 239. — Pflege und Pflanzweite in Fichtenbeständen. Waldbauliches aus Bayern Bd. 1, S. 48. — Schiffel: Wuchsgesetze normaler Fichtenbestände. Mitt. a. d. forstl. Versuchswes. Österr., H. 29. — Über Bestandserziehung. Zbl. f. d. ges. Forstwes. 1906, S. 333 u. 405. — Gehrhardt: Worlik. Allg. Forst- u. Jagdztg. 1928, S. 241.

³ Borggreve: Holzzucht, 2. Aufl., S. 302; Forstl. Blätter 1887, S. 225; Zbl. f. d. ges. Forstwes. 1892, S. 377.

forstungslehre. Wie er selbst sagt, wurden dadurch die bisher bestehenden Anschauungen „ziemlich auf den Kopf gestellt“. Er ging von dem Grundsatz aus, daß in unseren mittelalten und älteren Beständen die stärksten Stämme im allgemeinen auch stets vorherrschend gewesen sind, und daß sie daher für Nutzzwecke weniger günstig (abholzig, krumm, ästig) seien, daß sie aber wegen ihrer Stärke „zunächst den größten Nutzwert haben, also das meiste Geld bringen“. Auf der anderen Seite seien die bisher leicht beherrschten meist nur durch die stärkeren Nachbarn zurückgehalten. Von ihnen befreit, zeigten sie meist eine überraschende Zunahme des Zuwachses. (Verdoppelung der Ringbreite bilde die Regel, an einzelnen Stämmen bis Vervierfachung!)

Darauf gründete er sein Vorgehen. Bis zum 50.—60. Jahre sollten die Bestände nur schwach auf völlig unterdrückte Stangen durchforstet werden. Von da ab setzt die Plenterdurchforstung ein, die alle 10 Jahre wiederkehrt und etwa $\frac{1}{10}$ — $\frac{2}{10}$ der jeweils vorgefundenen Masse in vorwüchsigen und herrschenden, die Kronen ihrer Nachbarn von oben bedrängenden und seitwärts drückenden Stämmen entnimmt, während die gering mitherrschenden und beherrschten grundsätzlich erhalten bleiben sollen, da sie, wie Borggreve öfter zu sagen pflegte, die „Hennen sind, die noch goldne Eier legen“. Sie sollen in den nächsten 10 Jahren durch verstärkten Zuwachs immer jene $\frac{1}{10}$ — $\frac{2}{10}$ der letzten Entnahme ersetzen, so daß der Vorrat so lange gleichbleibt, bis schließlich keine herrschenden und beherrschten Bäume mehr vorhanden sind, weil alle frei stehen und der Bestand damit von selbst in die Verjüngung übergeht.

B. hoffte seine Plenterdurchforstung so oft, etwa 8—10 mal, wiederholen zu können, daß der Umtrieb auf 140—160 Jahre gesteigert würde. Tatsächlich ist es auf den von ihm selbst angelegten Probeflächen nur zu einer 2—3maligen Wiederholung gekommen. Über die allgemeinen Voraussetzungen der Plenterdurchforstung und die Richtigkeit der Auswertung der einzelnen Versuche ist dann in der Literatur ein umfangreicher und lebhafter Streit zwischen Borggreve und seinen Gegnern entstanden¹.

Neuerdings hat noch Schwappach² auf einer von ihm selbst angelegten Probefläche in Buchen eine recht bemerkenswerte Zuwachsleistung der Plenterdurchforstung festgestellt, freilich nur für die kurze Zeit von 16 Jahren und eine zweimalige Wiederholung des Eingriffs. Schwappach hält es selbst für unrichtig, nun noch weiter nach diesem Prinzip zu durchforsten, da jetzt in den stärksten Klassen nur noch gut geformte und zuwachskräftige Stämme ständen, die eben keine „vorwüchsigen Protzen“ mehr sind, und „von denen auch Borggreve, wie er aus zahlreichen und eingehenden Erörterungen gelegentlich der Durchforstung von Versuchsflächen mit ihm wisse, keinen herausnehmen würde. Bestandespflege im Sinne der starken Niederdurchforstung ist fernerhin hier die allein richtige Form“.

Hier liegt der Kernpunkt der ganzen Frage. Borggreves Grundsatz ist so lange richtig, als noch vorwüchsige Protzen schwächere, aber bessere Nachbarn bedrängen, die selbst noch erholungsfähig sind. Dieser Fall hört aber in nicht etwa ganz abnormen Beständen schon nach 1—2maligem Aushieb auf. Er tritt überhaupt nur äußerst selten bei Fichten- und Tannenbeständen ein, in denen die vorwüchsigen Stämme meist gut geformt zu sein pflegen und mit ihren starken Kronen immer Träger des größten Zuwachses sind. Bei Kiefer und Eiche ist die Durchführbarkeit durch die mangelhafte Erholungsfähigkeit der beherrschten Stämme und die drohende Bodenverwilderung bei mehrfachem Protzenaushieb überhaupt in Frage gestellt.

Borggreve hat seine Plenterdurchforstung hauptsächlich in alten, vorher schlecht durchforsteten oder aus ehemaligem Mittelwald zusammen-

¹ Ausführliches Literaturverzeichnis bei Heyer u. Heß: Waldbau, 5. Aufl., Bd. 1, S. 441.

² Schwappach: Die Rotbuche, S. 74. 1911.

gewachsenen Buchenbeständen durchgeführt. Dort hat sie ihre volle Berechtigung, solange noch „Protzen“ vorhanden sind. Ihre allgemeine Anwendung für alle Holzarten und für lange Dauer hat mit Recht fast überall Ablehnung gefunden. Es bleibt aber Borggreves unleugbares Verdienst, den für die damalige Zeit kühnen, aber richtigen Gedanken gefaßt und vertreten zu haben, daß ein vorwüchsiger Protz zugunsten eines schwächeren, aber besseren Nachbarn unbedingt heraus muß, auch wenn es zunächst ein Loch gibt. Selbstverständlich bleibt auch hier eine gewisse vernünftige Grenze. Dieser Gedanke Borggreves hat sich auch wohl heute in der Praxis in weitem Umfang durchgesetzt, während die Plenterdurchforstung im ganzen sich nirgends eingeführt hat.

Es gibt noch einige andere besondere Durchforstungsarten, die indessen mit einzelnen der vorgenannten so ähnlich, oder die in der forstlichen Welt doch so wenig bekannt geworden sind, daß hier nur in dem unten angefügten Literaturverzeichnis darauf hingewiesen werden kann¹.

3. Massen- und Wertleistung der Durchforstungsarten. Eine die Wirtschaft besonders beschäftigende Frage ist von jeher die Massen- und Wertleistung bei den verschiedenen Durchforstungen gewesen. Exakte Untersuchungen liegen hier im großen und ganzen nur auf den Vergleichsflächen der forstlichen Versuchsanstalten vor.

Auch sie erscheinen bisher durch mancherlei Umstände noch nicht genügend sicher genug, um daraus weitgehende allgemeine Schlüsse ziehen zu können (zu kurze Dauer, Wechsel der Methoden, Beschränkung auf bessere Standorte, Unsicherheit der wirklich gleichen Bodengüte u. a. m.). Bezüglich der Wertleistung tappt man überhaupt immer im Dunklen, ehe nicht Abtriebsergebnisse mit tatsächlichen Verkaufspreisen vorliegen.

Die Veröffentlichungen über diese Fragen sind zahlreich, widersprechen sich aber im einzelnen sehr oft und wirken mehr verwirrend wie klärend². Im allgemeinen kann man nur so viel aus ihnen herauslesen, daß die verschiedenen Durchforstungsgrade im allgemeinen keinen eindeutig merklichen Einfluß auf die Gesamtmassenleistung gezeigt haben.

Der sehr schwache A-Grad (eigentlich überhaupt keine Durchforstung) bleibt allerdings meist stark zurück. Zwischen B- und C-Grad und dem seltener und noch nicht lange genug untersuchten D-Grad findet sich kein einheitlicher Unterschied. Bald ist der eine, bald der andere höher, in vielen Fällen ist der Zuwachs gleich. Beim E-Grad sinkt die Leistung schon wieder öfter. Nur für die Buche hat Schwappach bisher bei den stärkeren Graden mit einer Stammgrundfläche von 20—25 qm eine Überlegenheit bis zu etwa 10—20%

¹ Reußsche Kulissendurchforstung. Österr. Forstztg. 1896, S. 73. — Weinkauffische Abstandsdurchforstung. Naturwiss. Z. f. Forst- u. Landw. 1909, S. 578; Mitt. d. Ver. d. höh. Forstbeamten Bayerns 1913, Nr. 2, 3 u. 10. — Pustersche Englische Durchforstung. Forstwiss. Zbl. 1917, S. 20.

² Schwappach: Wachstum und Ertrag normaler Fichtenbestände in Preußen. 1902. — Die Kiefer. 1908. — Die Rotbuche. 1911. — Zuwachsleistungen von Eichenhochwaldbeständen. 1920. — Lorey: Ertragstabellen für die Fichte. 1899. — Grundner: Untersuchungen im Buchenhochwalde. 1904. — Behringer: Über den Einfluß wirtschaftlicher Maßregeln auf Zuwachsverhältnisse und Rentabilität der Waldwirtschaft. Berlin 1891. — Dieterich: Über die Ergebnisse von Durchforstungsversuchen in Buchenbeständen. Allg. Forst- u. Jagdztg. 1924 u. 1925. — Kunze: Über den Einfluß verschiedener Durchforstungsgrade auf den Wachstumsgang der Waldbestände. Tharandter forstl. Jb. 1894 u. 1895. — Borgmann: Forstliche Tagesfragen. Ebenda 1915. — Flury: Einfluß verschiedener Durchforstungsgrade auf Zuwachs und Form der Fichte und Buche. Mitt. d. schweiz. Zentralanst. f. d. forstl. Versuchswes. 1903. — Gutmann: Durchforstungsversuche in Fichtenbeständen. Mitt. a. d. Staatsforstverw. Bayerns 1926, H. 17. — Reinhold: Die Bedeutung der Gesamtzuwachsleistung an Baumholzmasse für die Beurteilung der Standorts- und Bestandesgüte. Ebenda 1926, H. 18.

gegenüber den schwächeren Eingriffen mit 25—30 und mehr Quadratmetern gefunden. Wiedemann¹ kommt bei seiner neuesten Bearbeitung der preußischen Durchforstungsergebnisse zu dem Ergebnis, daß eine Gesamtmassensteigerung im allgemeinen nicht zu erreichen sei. Selbst bei der Buche ist die noch von Schwappach gefundene Zuwachssteigerung der stärkeren Grade mit zunehmender Dauer des Versuchs sehr heruntergegangen. (Gesamtmehrleistung nach den jetzigen Ergebnissen nur noch 2—9 %!)

Anders liegen natürlich die Verhältnisse für den Einzelstamm des verbleibenden Bestandes. Hier zeigen im allgemeinen die mittelstarken Stämme bei der Durchforstung die größte Förderung des Durchmesserzuwachses, und zwar mit zunehmender Stärke des Eingriffes. Die stärksten, die schon vorher ihre Kronenfreiheit hatten, werden meist weniger beeinflußt, ebenso auch die schwächsten, die mit ihren ungenügend entwickelten Kronen und der Schattenstruktur ihrer Belaubung (vgl. Teil I, S. 152) nur eine geringe Reaktionsfähigkeit haben. Doch zeigen sich hier in Einzelfällen bemerkenswerte Ausnahmen, namentlich bei ausgesprochenen Schatthölzern. Der Hauptwert der Durchforstungen und ihr hauptsächlichster Erfolg dürfte danach neben der Ausmerzung nutzholzuntauglicher Bäume in der Förderung der Stammstärke bei den mittelstarken bis stärkeren Stammklassen (Klasse 1 der Versuchsanstalten, Klasse 2 und etwa noch 3 von Kraft) liegen. (Dem entspricht auch im allgemeinen der D-Grad der Versuchsanstalten, die Hecksche, die Bramwalder und die dänische Durchforstung.) In diesem Ziel gipfelt schließlich auch der von Gehrhardt neuerdings angestrebte sog. Schnellwuchsbetrieb². Wenn auch keine Förderung der Gesamtmassenleistung erreichbar sein sollte, so erscheint ihm doch die Möglichkeit gegeben, durch Art und Grad der Durchforstung eine beschleunigte Erreichung höherer Stammstärken zu erzielen, damit den Umtrieb zu verkürzen und dem in der Wirtschaft so wichtigen Faktor Zeit entgegenzukommen. Freilich sind die bisher darüber vorliegenden Untersuchungen, auch die vielen von Gehrhardt selbst beigebrachten Belege, noch zu kurzfristig, um heute schon den Enderfolg einigermaßen bestimmen zu können. Wahrscheinlich aber wird man hier jeden, auch nur für kürzere Zeiten festgestellten Zuwachserfolg schon als einen endgültigen Gewinn in die Rechnung einsetzen dürfen. Denn es ist nicht anzunehmen, daß der einmal stattgehabte Mehrzuwachs, auch wenn er nicht für die Dauer anhalten sollte, nachher etwa durch Minderzuwachs wieder rückgängig gemacht werden könnte, vorausgesetzt, daß die Durchforstung sich vorher wie nachher in den richtigen Grenzen bewegt und ebenso sehr auf die nötige Kronenfreiheit wie auf die Bodenpflege genügende Rücksicht nimmt.

Eine wichtige, noch zu beachtende und zu klärende Frage wird hierbei noch die sein, ob und inwieweit etwa durch verstärkte Durchforstung die Güte und der Wert des Holzes durch tieferen Kronenansatz, stärkere Ästigkeit oder breitere Jahrringbildung leiden könnte. Letztere dürfte wohl am seltensten ein schädliches Übermaß erreichen.

Die Anforderungen des Holzhandels daran sind, natürlich mit Ausnahme von Furnierholz, geringer, als man gemeinhin anzunehmen pflegt. Feinringiges Holz wird im Handel nur deshalb besonders gern genommen, weil es bei der bisherigen Art der Wirtschaft und Bestandespflege eine bessere Gewähr für innere Astreinheit bietet. Grobringige alte

¹ Vorläufige Mitteilung in Wiedemann: Aus der preuß. forstl. Versuchsanst. Starke Durchforstung und Schnellwuchsbetrieb. Z. f. Forst- und Jagdwes. 1929.

² Gehrhardt: Über die Stammzahlhaltung im jungen Fichtenbestand. Allg. Forst- u. Jagdztg. 1924, S. 343. — Die Ertragskunde als Wegweiser zur Buchenstarkholzzucht. Ebenda 1924, S. 489. — Fichtenschnellwuchsbetrieb. Ebenda 1925, S. 276. — Über die Bestandeswachstumsverhältnisse der grünen Douglasie. Ebenda 1926, S. 6. — Kiefern-schnellwuchsbetrieb auf Bärenthorener Grundlage. Silva 1927, S. 323.

Hölzer stammen meist aus lückigen Naturverjüngungen, von Vorwüchsen und Randstämmen und sind daher auch unten im inneren Stammteil ästig und minderwertig. Wenn es gelingt, eine etwas stärkere Jahrringbildung, namentlich erst im späteren Alter, ohne tief eingewachsene Äste zu erzeugen, so wird das den Gebrauchswert selten beeinträchtigen. Im allgemeinen wird die größere Gefahr bei der Kiefer, der Eiche und der Buche, die geringere bei Fichte, Tanne und Lärche liegen. Eine Klärung der Frage, bei welchem Grad von Grobringigkeit und Ästigkeit der Holzwert bei unseren Hauptholzarten eigentlich sinkt und in welchem Maße, wäre aber dringend erwünscht.

4. Handhabung in der Praxis. Für die Praxis kann im großen und ganzen noch heute die goldene Regel von Heyer gelten: „Früh, mäßig, oft“, was so viel heißen soll als: früh beginnen, mäßig eingreifen und dafür lieber oft wiederkehren!

Der Beginn der Durchforstungen sollte überall mit dem Eintritt der Zugänglichkeit der Bestände nach Abschluß des Dickungsalters einsetzen, also etwa zwischen dem 20. bis höchstens 30. Jahr. Wo dies wegen Arbeitermangel oder Absatzschwierigkeiten unmöglich ist, sollten wenigstens frühzeitig die schlimmsten Protzen herausgenommen werden.

Was das Maß des Eingriffes betrifft, so lassen sich darüber für den praktischen Betrieb keine allgemeinen zahlenmäßigen Vorschriften geben. Sie werden immer vom einzelnen Fall abhängen. Daß man aber einen Eingriff ins Herrschende aus dem Gesichtspunkt „mäßig“ nicht scheuen darf, wo sichtlich eine gegenseitige Beengung der führenden Stämme im oberen Kronenraum stattfindet, dürfte heutzutage als selbstverständlich gelten. Insbesondere wird dies immer der Fall sein, wo sich „Gruppen“ gebildet haben, d. h. eine Zusammendrängung gleich hoher und gleichwertiger Stämme. Solche Gruppen sind immer möglichst frühzeitig aufzulösen, d. h. es ist durch Herausnahme von einem Stamm in der Mitte oder auch von mehreren in entsprechend geschickter Verteilung Entwicklungsraum für die anderen zu schaffen. In einzelnen Fällen können allerdings 2 oder 3 Stämme, die seit langer Zeit dicht nebeneinander gewachsen sind, ihre Kronen so nach innen abgeplattet und aneinandergedübelt haben, daß eine Auflösung zu spät kommen und eher schaden würde. Busse hat dies recht treffend „Durchforstungseinheit“ genannt. Daß ausgesprochene Protzen überall da entfernt werden müssen, wo auch nur ein Zukunftsstamm in beeinflussbarer Nähe steht, dürfte heute allgemein anerkannt werden. Beginnt man mit diesem Protzenaushieb in der Jugend, was unbedingt zu empfehlen ist, so darf dabei die zukünftige Reichweite solcher Protzen nicht außer acht gelassen werden. Die Zukunftsstämme, denen vorausschauend zu helfen ist, sind also nicht immer unmittelbar daneben, sondern auch noch einige Meter entfernt zu suchen. Auch der Begriff des „Protzen“ in diesem Sinne ist je nach Holzart und Wirtschaftsziel verschieden zu beurteilen. In einem auf feine Schneideholzerziehung einzustellenden Bestand wird ein an sich gerader, aber grobästiger Stamm schon als Protz gelten können, der in einem nur zu Bauholz oder gar Grubenholz bestimmten Bestand oft der beste Zuwachsträger sein kann! Die Erhaltung eines lebensfähigen Unterstandes wird aus Gründen der Bestandespflege mindestens bis zur Erreichung der gewünschten astreinen Schaftlänge dringend erwünscht sein, aus Gründen der Bodenpflege immer und dauernd, außer da, wo sich eine mangelnde Streuzersetzung bemerkbar macht, die im gegebenen Fall auf Mangel an Licht und Wärme zurückzuführen ist, wie z. B. vielfach im Fichten- und Buchenbestand in feuchten und kühlen Gebieten (Gebirgslagen, Seeklima, nordwestdeutsches Heidegebiet). Dort ist dann eine starke Niederdurchforstung mehr am Platze. Bei den ausgesprochenen Lichthölzern, wie bei der Kiefer, ist überhaupt ein lebensfähiger Unterstand aus dieser selbst kaum zu erhalten. Das Ideal der Hochdurchforstung ist daher hier nie zu erreichen. In etwas gemilderter Form gilt das auch für die Eiche (vgl. die Versuche von Michaelis im Bramwald,

S. 323). Geringe Standorte, auf denen die Stammzahl immer zu groß zu sein pflegt und die Ausscheidung an sich schon träger vor sich geht, dürfen nicht zu schwach durchforstet werden, ein Fehler, der in der Praxis sehr häufig in bester Absicht gemacht wird.

Die Vornutzungserträge an Derbholz pro Hektar bewegen sich im großen Durchschnitt bei normalen Beständen auf mittleren Standortsklassen und ausreichender Handhabung der Durchforstung für das Alter bis zu 30—40 Jahren etwa zwischen 5—15 fm für das Jahrzehnt, steigen dann bis zum 80. Jahre bei Kiefer und Eiche auf 30—40 fm, bei Fichte, Tanne und Buche auf 40—60 fm, um im höheren Alter meist wieder etwas abzufallen.

Die Wiederkehr der Durchforstung soll möglichst oft stattfinden, um plötzliche und starke Eingriffe zu vermeiden. Aber auch hier sind Übertreibungen nach beiden Seiten möglich. Die Dauerwaldbewegung hat bekanntlich die alljährliche Wiederkehr gefordert.

Aber nicht einmal in Bärenthoren ist dies verwirklicht worden und ebensowenig im Eberswalder Dauerwald nach Wiebeckes Vorschriften. (Die hier alljährlich durchgeführten Durchhauungen waren nach meinen Wahrnehmungen entweder nur Durchforstungen von Teilflächen der einzelnen Abteilungen, die eingestellt wurden, sobald das für diese im Plenterwald festgelegte Einschlagssoll erreicht war, oder es waren nur Trocknishiebe.)

Auch vom Standpunkt allgemeiner Erwägung ist die alljährliche Wiederkehr übertrieben. So rasch schließen sich die Lücken im Kronenraum nicht wieder, daß man im nächsten Jahr bereits eine veränderte Sachlage und Grund zu neuem Eingreifen finden könnte, wenn man im Vorjahr alles Notwendige entfernt hat. Hat man das aber mit Rücksicht auf die nächstjährige Wiederkehr etwa nicht getan, so bedeutet das nur ein Aufhalten der Bestandesentwicklung. Auf der anderen Seite ist der früher allgemein innegehaltene Zeitraum von 10 Jahren, wenigstens für jüngere und Mischbestände, zu lang. Man wird dann unwillkürlich stärker vorgreifen. Der Bestand steht dann im Anfang leicht zu locker, und am Ende ist doch schon wieder Kronenspannung eingetreten. Das Richtige wird auch hier in der Mitte liegen. Sehr beachtenswert ist das Vorgehen der dänischen Durchforstung, die in der Jugend alle 3—5 Jahre, später alle 5—10 Jahre wiederkehrt. Hier und da hat man neuerdings auch die Einrichtung von festen Durchforstungsblöcken vorgeschlagen. Die Försterbezirke sollen in so viele zusammenliegende Teile zerlegt werden, als der Durchforstungsturnus Jahre hat, z. B. bei 3 Jahren in 3 Teile. Der Betriebsbeamte weiß dann genau, welcher Teil im kommenden Winter zu durchforsten ist und kann die Auszeichnung schon im Sommer ausführen.

Ich halte diese Festlegung für zu starr. Muß in einem Jahre wegen Arbeitermangels oder wegen schlechter Preislage ein Teil der Durchforstungen ausfallen, dann ist der Rest im nächsten Jahre schwer nachzuholen. Bei Revieren mit verschiedener Holzartenbestockung oder ungleicher Altersklassenverteilung kann leicht in einem Jahre sehr viel Laubholz und sehr wenig Nadelholz oder viel schwaches und wenig starkes Holz anfallen und im nächsten Jahre umgekehrt. Der Vorteil der frühzeitigen Auszeichnung im Sommer kann auch anders erreicht werden, indem man dem Beamten schon vorher einen entsprechenden Auszug aus dem Durchforstungsplan in die Hand gibt.

Die Auszeichnung der Durchforstung geschieht im allgemeinen, indem man in langen Hin- und Widergängen durch den Bestand geht und mit einem besonderen Reißhaken die zu entnehmenden Bäume bezeichnet, am besten von zwei entgegengesetzten Seiten, damit man beim Weitergang auch rückwärts sehen kann, was man weggenommen hat. Ebenso erleichtert das den Anhalt beim Zurückkommen im Nachbarstreifen. Am besten bedient man sich eines oder zweier Gehilfen, die das Anreißen besorgen, während man selbst die Bäume nur anweist. Geschickte und geübte Waldarbeiter stellen sich bald darauf ein

und können durch Aufmerksammachen auf Wuchsfehler (einseitige Krümmungen, Krebsstellen, Schwamm usw.) sehr nützlich sein. Das Auszeichnen ist aber immer ein Dienstgeschäft, das der Beamte selbst in der Hand behalten und niemals den Waldarbeitern allein überlassen sollte! Zum Auszeichnen in jungen, schwachen Stangenhölzern ist der Reißhaken meist nicht zu gebrauchen, da er zu oft abgleitet. Man nimmt dort besser kleine Beile, Standhauer oder den Hirschfänger. Bei dem Begang ist von vornherein darauf Rücksicht zu nehmen, daß man niemals gegen die Sonne zu gehen braucht, sondern daß man diese immer zur Seite hat.

Ob die Auszeichnung beim Laubholz im Sommer oder im Winter zu geschehen hat, darüber sind die Ansichten sehr geteilt. Im allgemeinen kann man im Laube besser den Schlußstand begutachten, dagegen hat man im unbelaubten Zustand besseren Einblick in die Kronenausbildung und vor allem auch einen weiteren Überblick über die Kronen der Nachbarschaft. Beim Nadelholz ist die Zeit natürlich gleichgültig.

3. Lichtungen¹.

Unter Lichtungen versteht man Hiebsmaßnahmen, die über den Grad der Durchforstungen hinausgehen, und die den ausgesprochenen Zweck der Starkholzerziehung in nicht zu langer Zeit haben. Die Abgrenzung gegen die Durchforstungen ist nicht immer leicht und sicher. Nach dem Arbeitsplan der Deutschen Forstlichen Versuchsanstalten ist jede Entnahme von über 20% der Masse eines normalen Vollbestandes zu den Lichtungshieben zu rechnen, was allerdings nur als allgemeiner Anhalt dienen kann und nicht in jedem Einzelfall *ver potinus* zu verstehen sein dürfte. Diese Entnahme kann aber auch auf mehrere wiederholte Eingriffe verteilt werden (allmählicher Übergang von der Durchforstung zur Lichtung). Als weiteres Kennzeichen gilt gewöhnlich dauernde Schlußunterbrechung und die dadurch notwendige Ergänzung durch Unterbau.

Der Lichtungshieb gründet sich auf der alten, an allen Randstämmen zu machenden Erfahrung, daß freistehende Bäume breitere Jahrringe anlegen als im Schluß stehende (sog. Lichtungszuwachs, vgl. auch Teil I, S. 153). Zu beachten bleibt aber, daß die Verbreiterung am unteren Schaftteil relativ stärker zu sein pflegt als im oberen, daß die Bäume dadurch also abholziger werden. Alle Formzahluntersuchungen von Stämmen im Lichtungsbetrieb haben das immer wieder bestätigt.

Im allgemeinen ist der Lichtungszuwachs bei Schatthölzern stärker wie bei Lichthölzern, an jungen und mittelalten Bäumen größer wie an alten. Auch pflegt er nur in der ersten Zeit sehr bedeutend zu sein und mit der Dauer nachzulassen, selbst wenn die Kronen vollständig freibleiben. Er scheint daher mehr den Charakter einer Reizerscheinung als den einer dauernden Zuwachsförderung zu haben.

Die Lichtungshiebe werden vor allem bei denjenigen Holzarten angewendet, die einen besonders hohen Wert als Starkholz haben, vor allem bei der Eiche. Doch hat man sie u. U. auch für andere Holzarten angewendet,

¹ Kraft: Zur Lehre von den Durchforstungen, Schlagstellungen und Lichtungshieben. Hannover 1884. — Beiträge zur Durchforstungs- und Lichtungsfrage. Hannover 1889. — Burckhardt: Lichtungsbetrieb der Buche und Eiche. Aus dem Walde Bd. 8, S. 88. — Borggreve: Der Lichtungsbetrieb mit Unterbau. Kritisch beleuchtet. Forstl. Blätter. Neue Folge 1883, S. 41. — Martin: Folgerungen der Bodenreinertragstheorie. 5 Bde. Leipzig 1894—99. Enthält viele Einzeluntersuchungen über Lichtungszuwachs. — Fricke u. Speidel: Die für die Zwecke der Starkholzzucht vorgeschlagenen Formen des Lichtungsbetriebes. Referat a. d. Versammlung d. dtsh. Forstver. in Ulm 1910.

um in Ausnahmefällen rasch größere Stärken zu erzielen (vgl. die verschiedenen Lichtungsbetriebe bei den besonderen Hochwaldformen in Abschnitt 4, S. 520). Immer sind sie natürlich nur auf tadellose, gut bekronte Bäume und auf bessere Standorte zu beschränken.

Eine Erhöhung der Gesamtmassenleistung findet bei Lichtungshieben wegen der starken Stammzahlverminderung wohl niemals statt. Die Wertleistung wird ganz von der Höhe der Holzpreise für das betreffende Starkholzsortiment abhängen. Bei Furniereichen dürfte eine solche Erhöhung der Gesamtwertleistung wohl am ehesten gegeben sein.

Die Stärke des Lichtungshiebes kann von 0,2 der Masse bis zu 0,4 gehen. Der Schwerpunkt der Wirtschaft muß aber jedenfalls immer auf dem Oberholz liegen und nicht etwa auf dem bei allen Lichtungshieben zur Bodenpflege nötigen Unterbau (vgl. zu diesem das nachfolgende Kapitel 17). Andernfalls kommt man zum doppelhiebigem Hochwald oder bei noch stärkerer Verminderung des Oberstandes zum Überhalt (vgl. S. 516).

Die Lichtungshiebe bringen immer eine gewisse Gefährdung der frei gestellten Stämme durch Wasserreiserbildung (Eiche), Rindenbrand (Buche und Esche), Windwurf (Fichte) mit sich. Im allgemeinen wird man daher besser allmählich zu ihnen übergehen. Zu frühe Lichtung zieht außerdem den Nachteil größerer Ästigkeit und zu kurzer Schaftbildung nach sich. Gewöhnlich beginnt man daher erst damit, wenn diese in genügender Länge gesichert ist, d. h. erst bei halbem Alter der Umtriebszeit, etwa im 60. Jahr. Vorher einsetzende Lichtungen nennt man Frühlichtungen, spätere Spätlichtungen. Über den Zuwachsgang nach Lichtungshieben liegen erst aus neuerer Zeit einige Untersuchungen¹ vor, während wir für die älteren derartigen Flächen nur wenig genaue Angaben haben.

Die Wirkung der Lichtung auf den Zuwachs des Einzelstammes gegenüber dem mäßigen und sogar auch dem starken Durchforstungsgrad ist danach unverkennbar, wenn freilich im einzelnen Fall auch hier manchmal unerklärliche Ausnahmen auftreten². Die Zuwachsüberlegenheit am Brusthöhendurchmesser betrug bei der Eiche nach Schwappach in 10 Jahren etwa nur 0,5—1,5 cm. Selbst wenn dieser Mehrzuwachs gleichmäßig anhalten sollte, was kaum anzunehmen ist, würden 100 Lichtstandsjahre erforderlich sein, um die umlichteten Stämme gegenüber der mäßigen Durchforstung um eine 10-cm-Stufe (Homa-Klasse) heraufzubringen. Man wird danach auch hier die Erwartungen nicht zu hochschrauben dürfen!

17. Kapitel. Ästungen, Unterbau und sonstige Pflegemaßregeln.

1. Ästung³.

Unter Ästung (Aufästung, Entästung) versteht man die Wegnahme von unteren Ästen am Stamm, um den Nutzholzwert desselben zu erhöhen. Nur in heute noch seltenen Fällen wird die Ästung auch zu anderen Zwecken (Gewinnung von Futterlaub, Aststreu u. dgl.) angewendet. Die Aufästung war früher

¹ Schwappach: Die Kiefer. 1908. — Die Rotbuche. 1911. — Zuwachsleistungen in Eichenhochwaldbeständen. 1920. — Wimmenauer: Erfahrungen im Lichtungsbetrieb zum Zwecke der Starkholzzucht. Silva 1911, Nr. 24. — Ertragsuntersuchungen im Eichenhochwalde. Allg. Forst- u. Jagdztg. 1913, S. 261.

² Vgl. dazu die Untersuchungen von Martin: Folgerungen der Bodenreinertragstheorie.

³ Courval, de: Das Aufästen der Waldbäume. Berlin 1865. — Cars, des: Das Aufästen der Bäume. Dtsch. Köln 1876. — May: Geschichte der Aufästungstechnik und Auf-

besonders im Mittelwald viel im Gebrauch. Die Veranlassung dazu bildete das im freien Stand erzogene Oberholz, dessen Nutzholzverwendung man dadurch erhöhen wollte. Mit dem Rückgang des Mittelwaldes ist das Verfahren mehr und mehr aus dem deutschen Walde verschwunden und besitzt heute nur noch für besondere Fälle Bedeutung.

Man unterscheidet die Trockenästung von der Grünästung, je nachdem man nur abgestorbene oder noch lebende Äste entnimmt. Die Trockenästung ist immer unbedenklich. Sie ist vorteilhaft, weil starke Äste oder Aststummel sonst noch viele Jahre am Schaft sitzenbleiben und so noch in das zukünftig gebildete Holz mit einwachsen würden. Die Grünästung entzieht dem Stamm immer einen Teil der Ernährungsorgane und verursacht zunächst eine offene Wunde, durch welche Fäulnis- und andere Pilze eindringen können. Schon ältere Versuche¹ und ebenso neuerdings von Kienitz² veröffentlichte haben gezeigt, daß eine Zuwachsverminderung durch eine vorsichtige Entnahme der unteren, mehr Schattencharakter tragenden Zweige nicht eintritt, sondern sogar noch eine kleine, wahrscheinlich nur vorübergehende Zuwachsförderung erfolgen kann.

Auch ist von anderer Seite³ beobachtet worden, daß nach Ästung die Jahrringe oben relativ etwas breiter werden wie unten, was eine Verbesserung der Vollholzigkeit bedeuten würde.

Der hauptsächliche wirtschaftliche Gewinn liegt aber in der Erzielung eines unteren astreinen Stammstückes, und Kienitz hat nachgewiesen, daß man bei der Fichte durch zweimalige Ästung im 25. und 35. Jahre ein 12—15 m langes Schaftstück erhalten kann, das bis auf das innerste, etwa 15 cm starke Kernstück vollkommen astrein ist und noch eine weitgehende Verwendung zu Messerfurnieren gestatten würde.

Die Anwendung der Grünästung soll aber jedenfalls nur auf schwächere, am Grunde höchstens 4—7 cm starke Äste beschränkt bleiben, weil andernfalls kein genügend rascher und vollkommener Verschluß der Wunde gewährleistet ist. Eine Verwachsung des Holzkörpers tritt an der Schnittstelle nie ein, doch legt sich das vom Wundkallus gebildete Holz so fest an, daß eine Beeinträchtigung dadurch nicht stattfindet. Kleinere Astwunden schließen sich von selbst sehr rasch, größere sollen durch Bestreichen mit Baumteer geschützt werden. Die beste Zeit⁴ für die Ausführung der Ästung ist der Nachwinter und die Zeit kurz vor Vegetationsbeginn,

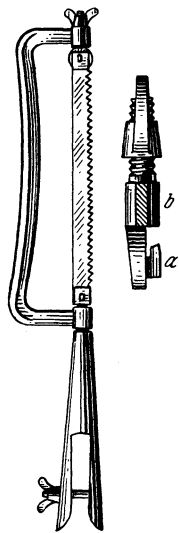


Abb. 211. Alerssche Flügelsäge zur Aufästung von Waldbäumen.

weil dann die Überwallung sofort einsetzt. Ein zu langes Hinausschieben bis in den Frühling ist nicht ratsam, weil sonst der Saft schon aufsteigt und die Rinde sich an der Schnittstelle leicht loslöst⁵.

ästungslehre. Forstwiss. Zbl. 1889, S. 16 ff.; 1890, S. 84 ff.; 1891, S. 161. — Arbeitsplan für forstliche Ästungsversuche. Ver. dtsh. forstl. Versuchsanst. 1886. — Vgl. im übrigen das erschöpfende Literaturverzeichnis hierüber in Heyer u. Heß: Waldbau Bd. 1, S. 450 ff., 1906.

¹ So von R. Hartig, ferner Th. Hartig: Beiträge zur physiologischen Forstbotanik. Allg. Forst- u. Jagdztg. 1856, S. 356. — Nördlinger: Aufästung der Waldbäume. Krit. Blätter f. Forst- u. Jagdwiss. 1861, S. 239; 1864, S. 73.

² Kienitz: Über die Aufästung der Waldbäume. Suppl. z. Allg. Forst- u. Jagdztg. 1878, S. 58. — Die Erziehung astreinen Holzes. Silva 1928, Nr. 50.

³ Kunze: Vergleichende Untersuchungen über den Einfluß der Aufästung auf den Zuwachs und die Form junger Kiefern. Tharandter forstl. Jb. 1875, S. 97.

⁴ Kienitz: a. a. O. — Zederbauer: Untersuchungen über die Aufästung der Waldbäume. Zbl. f. d. ges. Forstwes. 1909, S. 413.

⁵ Hartig, R.: Ein Beitrag zur Eichenästungsfrage. Forstwiss. Zbl. 1879, S. 19.

Die Ausführung der Ästung geschieht am besten mit einer feinzahnigen und dünnblattigen Handsäge. Eine solche für die besonderen Zwecke der Ästung ist die sog. Alerssche Flügelsäge¹ (vgl. Abb. 211), die ein leicht auswechselbares, auf Stoß und Zug einzustellendes Blatt hat. Sie kann sowohl an einem kurzen Handgriff wie auch an einer längeren Stange befestigt werden. Soweit die abzuschneidenden Äste zu hoch stehen, muß man sich leichter Leitern bedienen, wobei aber sorgfältig auf Verhütung von Unfällen zu achten ist. Zur Verhinderung von solchen ist ein besonderer Steigrahmen von Zehnpfund² erdacht worden (Abb. 212). Der Gebrauch von Steigeisen ist wegen der unvermeidlichen Verletzungen der lebenden Rinde und des Kambiums bei jüngeren Stämmen ausgeschlossen.

Die Kosten des Verfahrens sind je Stamm zwar nicht groß. Kienitz berechnet sie für Fichten im 25—40jährigen Alter auf etwa 0,2 Männerstunden. (Um 1900 betragen sie in Württemberg an 20—50 jährigen Eichen 2,3—3,4 Pf. je Stamm³.) Sie laufen aber infolge der hohen Stammzahlen sehr auf. Man wird die Ästung daher nur auf die ausgewählten Zukunftsstämme und auf diejenigen Flächen beschränken, auf denen man Lichtungs- oder Schnellwuchsbetriebe einführen will. Oder man wird sie bei einzelnen eingesprengten und vorwüchsigen Nutzhölzern anwenden, wie etwa bei Lärche⁴, Douglasie u. a. m. Ebenso würde sie sich wohl für die Erziehung von Furniereichen lohnen.

Die Ästung dürfte bei der steigenden Preisbildung für starkes, weitgehend astfreies Holz doch vielleicht eine größere Bedeutung für die Wirtschaft gewinnen, als dies in der bisherigen Praxis zum Ausdruck kommt.



Abb. 212. Aufastung unter Benutzung des Zehnpfundischen Steigrahmens. Aufn. von Dengler.

2. Unterbau⁵.

Der Unterbau, d. h. die Anzucht eines jüngeren Bestandes unter einem älteren zum Zwecke der Bodenpflege, kommt, wenn er diesen Zweck erfüllt, mittelbar auch dem unterbauten Bestande selbst zugute. Wenn er frühzeitig genug angelegt worden ist, so daß der Unterstand noch vor Abschluß der Schaft-

¹ Alers: Über das Aufästen der Waldbäume durch Anwendung der Höhen- oder Flügelsäge. Frankfurt a. M. 1874. — Über den Gebrauch der Flügelsägen mit langen Stangen. Zbl. f. d. ges. Forstwes. 1875, S. 301.

² Zehnpfund: Die Ästungsleiter (Steigrahmen). Zbl. f. d. ges. Forstwes. 1892, S. 465. — Hefeke: Der Zehnpfundische Steigrahmen. Forstwiss. Zbl. 1894, S. 299.

³ Haehnle: Einige Beiträge zur württembergischen Eichenwirtschaft. Neue forstl. Blätter 1902, S. 61.

⁴ Bei der Lärche könnte die Ästung nach den Untersuchungen von Plaßmann u. U. auch das Auftreten von Stammkrebs verhindern.

⁵ Danckelmann: Kiefernunterbaubetrieb. Z. f. Forst- u. Jagdwes. 1881, S. 1. — FRÖMBLING: Ein Beitrag zur Frage über den Wert des Unterbaus. Ebenda 1886, S. 627. — Fürst: Unterbau. Forstwiss. Zbl. 1893, S. 523. — Weinkauff: Der Unterbau von Kiefer mit Buche im Pfälzer Lande. Ebenda 1896, S. 442.

ausbildung den Kronenraum des Oberbestandes erreicht, kann er auch unmittelbar dessen Astreinigung durch Beschattung der unteren Zweige befördern.

Der Unterbau ist als Ergänzungsmaßnahme bei Lichtungsbetrieben schon lange in Übung. Später ist er aber auch in normal geschlossenen Beständen der Lichtholzarten (Kiefer, Lärche und Eiche) zur Hintanhaltung der Bodenverwilderung mehr und mehr eingeführt worden. In der Neuzeit hat er einen mächtigen Anstoß durch die Dauerwaldbewegung bekommen. Große ältere Unterbauflächen von Buche unter Kiefer sind aber schon lange vorher in Hessen und auf Danckelmanns Anregung auch im nordostdeutschen Kieferngebiet angelegt worden.

Der Unterbau erfreut sich wohl allgemeiner Beliebtheit und Wertschätzung. Nur Borggreve nahm auch hier eine abweichende Stellung ein¹. Er sah in ihm einen überflüssigen und schädlichen Konkurrenten des Oberbestandes und wollte sogar eine Schädigung des Zuwachses nach ihm festgestellt haben. Er verwarf ihn daher um so mehr, als er auch Kosten verursache, die er selbst nie wieder einbringen könne! Es ist nicht von der Hand zu weisen, daß namentlich bei zu dichtem Unterbau und auf etwas geringeren Böden oder bei ungeeigneten Holzarten, wie z. B. der stark wasserverbrauchenden Fichte, auch ungünstige Wirkungen eintreten können. Solche Fehler können aber vermieden werden. Im übrigen sind die Vorteile im allgemeinen doch so groß, daß das abschreckende Urteil Borggreves hier nicht als zutreffend erscheinen muß.

Die zum Unterbau empfehlenswerten Holzarten sind im allgemeinen nur unter den Schatten- und Halbschattenholzarten zu suchen. Hier steht an erster Stelle die Rotbuche, die dank ihrer hohen bodenpfleglichen Eigenschaften wohl am allermeisten angewendet worden ist. Leider ist sie gerade auf den ärmsten Sandböden nicht leistungsfähig genug, um ihren Zweck zu erfüllen.

Wiedemann² konnte für die großen Unterbauflächen in dem Stadtforst Frankfurt a. d. O. nachweisen, daß die Buche dort im 24—29jährigen Alter auf den geringeren trockeneren Kiefernböden nur 0,5—2,0 m hoch geworden war, während der gleich alte Unterbau auf lehmigen Böden oder solchen mit hohem Grundwasserstand 8—12 m Höhe aufweisen konnte.

Auch ist der Unterbau auf solchen an sich äsungsarmen Böden nur hochzubringen, wenn ein sehr zuverlässiger Wildschutz durch zahlreiche, nicht zu große, reh- und hasendichte Zäune gewährleistet ist, was natürlich die Kosten sehr erhöht. Schließlich hat der Buchenunterbau auf untätigeren Kiefernböden auch mehrfach gezeigt, daß diese nicht immer imstande sind, das Buchenlaub rasch und vollkommen zur Zersetzung zu bringen, und daß sich dann Rohhumus bildet. (So z. B. in Bärenthoren gerade auf den wenigen Unterbauflächen, während Rohhumus dort sonst ganz fehlt. Ähnlich im Bezirk Kahlenberg der Oberförsterei Chorin sogar unter einzelstehenden unterständigen Buchen, wo durch Untersuchungen von Hartmann vielfach beginnende Rohhumusbildung nachgewiesen wurde.) Wo an sich schon starke Neigung zu schlechter Streuzersetzung vorhanden ist, wie z. B. im nordwestdeutschen Heidegebiet, wird man daher mit dem Buchenunterbau sehr vorsichtig sein müssen und lieber andere Holzarten wählen. Als solche kommen von den Laubhölzern noch Hainbuche und Linde, Roteiche, auch wohl die Traubeneiche in Betracht. Von den Nadelhölzern ist die Tanne überall da, wo sie klimatisch noch ihr Gedeihen findet, eine vorzügliche Unterbauholzart. Die Fichte ist zwar durchaus nicht

¹ Borggreve: Der Lichtungsbetrieb mit Unterbau. Kritisch beleuchtet. Forstl. Blätter, Neue Folge 1883, S. 41.

² Wiedemann: Die praktischen Erfolge des Kieferndauerwaldes, S. 99. Braunschweig 1925.

allgemein zu verwerfen. Wo der Boden genügend frisch und tätig ist, ist auch sie unter Kiefer oder Lärche durchaus anwendbar, wie sie ja auch in Ostpreußen und Schlesien sich oft natürlich als Unterstand unter der Kiefer findet. Die Fichte läßt vor allem oft eine sehr hohe und frühzeitige Verwertung bei den ersten Durchforstungen zu und gibt dann schon frühzeitig einen Erlös, der oft die ganzen Kosten des Unterbaues zu decken vermag. Nur unter der Eiche hat sich die Fichte im allgemeinen nicht bewährt. Meist zeigen die damit unterbauten Bestände einen Rückgang im Zuwachs und Zopftrocknis des Oberbestandes.

Der Unterbau geschieht im allgemeinen durch Pflanzung. Schon um dabei an den Kosten zu sparen, empfiehlt sich ein weiter Verband (1,5—3 m im Quadrat) (Abb. 213). Wo Gelegenheit ist, Wildlingspflanzen, z. B. Buchen aus Naturverjüngungen, zu gewinnen, werden vielfach solche verwendet. Doch pflegen Wildlinge wegen der schwächeren Wurzelbildung anfänglich immer schlechter zu wachsen als kräftige Kampfpflanzen.

Man hat neuerdings auch die Anzucht der Unterbaupflanzen unter leichtem Schirm in sog. Halbschattenkämpfen¹ vorgeschlagen, und zwar aus dem Gedanken heraus, daß die Pflanzen dann von vornherein gleich an den Lichtgrad angepaßt wären, in den sie später gebracht werden. Soweit hierbei genügend kräftige Pflanzen erzogen werden können, scheint das durchaus empfehlenswert. Eine große Bedeutung ist der Methode aber wohl nicht beizulegen. Wenn auch das Verbringen von Schattenpflanzen ans Licht gefährlich sein kann, so ist eine umgekehrte Schädigung wenig wahrscheinlich und auch nie beobachtet worden. Jedenfalls arbeitet eine kräftigere Pflanze auch im Schatten immer besser als eine schwächliche.

Früher war auch Stummelpflanzung beim Unterbau gebräuchlich, um eine raschere Ausbreitung der Zweige über den Boden hin zu erzielen. Dieses Verfahren ist aber jetzt wohl allgemein verlassen, da es besser scheint, erst einmal die Höhenentwicklung zu fördern, und weil man beim Stummeln von vornherein Mißwüchse züchtet, die sich später schlecht verwerten lassen.

In Mastjahren sollte man aber auch die Gelegenheit zum Unterbau durch Saat wahrnehmen. Man kann dann große Flächen mit einem Schläge unterbauen. So ist es Kienitz und mir in Chorin gelungen, durch billige Einsaat in die Furche hinter einem etwas abgeänderten Ackerpflug in einem Jahr über 100 ha Kiefernstangenhölzer durch Buchelsaat zu unterbauen. Die Kosten betragen einschließlich Sammellohn für die Bucheln bei den von mir unterbauten Flächen im Jahre 1926 zwischen 20—30 M. je Hektar. Auch Einstufen auf ganzer Fläche hat verschiedentlich gute Erfolge gehabt.

Wichtig ist die Zeit, d. h. das Alter des Oberbestandes bei Anlage des Unterbaues. Im allgemeinen werden hier zwei Gesichtspunkte zu berücksichtigen sein: Einmal, daß der Unterbau in bezug auf Bodenpflege und Pflege



Abb. 213. Lockerer Unterbau eines 50jährigen Kiefernstangenhölzes durch Pflanzung von Rotbuchenlöhden auf kräftigen, anlehmigen Sanden in der Oberförsterei Eberswalde. Aufn. von Japing.

¹ Schulenburg, Graf v. d.: Halbschattenkämpfe für Laubhölzer zum Unterbau und Voranbau. Dtsch. Forstwirt 1926, S. 173.

des Oberbestandes noch möglichst lange wirksam werden kann, der andere, daß der Unterbau selbst noch nutzbare Stärke erreichen wird. Beides drängt zu möglichst früher Vornahme. Die Grenzen nach unten sind nur durch den Beschattungsgrad und die Zugänglichkeit des zu unterbauenden Bestandes gegeben. Jedenfalls wäre es nicht berechtigt, etwa zugunsten des Unterbaues schärfere Eingriffe in den Oberbestand vorzunehmen, durch die dessen Massenproduktion oder Astreinheit vermindert werden könnte. Der Unterbau muß sich vielmehr auch ohne solche Hilfe bei einer nur etwas kräftiger zu handhabenden Durchforstung halten können. Wieweit man hierbei im einzelnen Fall gehen kann, wird von Klima, Boden und Holzarten abhängen.

Ich habe im Jahre 1926 in Chorin versuchsweise schon knapp über 20jährige Kiefernstangenholzer mit Buche unterbaut. Vorläufig haben sich diese Versuche befriedigend gehalten, die weitere Entwicklung bleibt aber noch abzuwarten.

Im allgemeinen ist die Zeit vom 30.—40. Jahr die gebräuchlichste. Sehr viel späterer Unterbau ist in der Regel verfehlt, weil er dann nichts oder doch nur wenig mehr nützt und unter Umständen sogar bei der Verjüngung hinderlich wird.

Der Unterbau sollte niemals zu dicht werden. Das kann dann oft im Sinne von Borggreve Konkurrenz mit dem Oberholz bringen. Außerdem erschwert es den ganzen Fällungs- und Ausbringungsbetrieb. Das Oberholz muß beim Durchforsten oft zerschnitten werden, wenn der Unterbau zu dicht geworden ist. Schon aus diesen Gründen, schließlich aber auch zur Bestandespflege des Unterstandes selbst und seiner späteren Verwertung, sollte eine regelmäßige Durchforstung auch in ihm nie verabsäumt werden. Man sieht gerade derartige Unterlassungen in der Praxis sehr häufig.

Wiebecke behauptete, daß der Buchenunterbau den Zuwachs der Kiefern über ihm unmittelbar fördere¹. Auch andere haben einen derartigen Einfluß an einzelnen Flächen nachzuweisen gesucht². Meist ist aber die Wirkung einer gleichzeitig erfolgten Lichtung dabei nicht genügend beachtet worden. Wiedemann konnte bei seinen kritischeren Untersuchungen in Frankfurt und Eberswalde eine Zuwachsförderung nicht feststellen. Eine ganz andere Frage ist die der Gesamtmassenleistung des ganzen Bestandes. Hier scheint allerdings die Buche im späteren Alter oft durch ihr langanhaltendes Stärkewachstum beim Nachlassen des Zuwachses im Oberbestand in die Bresche zu treten und die Gesamterzeugung auf der Fläche noch eine Zeitlang hochzuhalten (vgl. S. 357).

Der Hauptvorteil des Unterbaues ist aber jedenfalls nicht hierin, sondern in der Bodenpflege überhaupt, in der Mischung des Bestandes und seiner größeren Sicherheit, sowie in der Möglichkeit der freien Hiebsführung zur Begünstigung der besten Stämme im Oberbestand zu suchen. Diese Vorteile sind so groß und so unbestreitbar, daß der Grundsatz, alle Lichtholzbestände soweit als möglich mit bodenpflegenden Schatthölzern zu unterbauen, heute wohl überall anerkannt ist.

3. Sonstige Boden- und Bestandespflegemaßregeln.

Bodenbearbeitung. Es ist heute mit Recht als allgemeine Forderung aufgestellt worden, daß man die Bodenpflege während des ganzen Bestandeslebens nicht aus dem Auge verlieren darf. Außer den Mitteln der Durchforstung und des Unterbaues werden dazu noch andere Maßnahmen empfohlen. Hierher gehört

¹ Verhandlungen d. dtsh. Forstver. 1923.

² Bernhard: Studienreise in das Kieferngebiet der Mark Brandenburg. Tharandter forstl. Jb. 1921. — Runnebaum: Die Kiefern im Buchenunterwuchs und in reinen Beständen bei gleichen Standortsverhältnissen. Z. f. Forst- u. Jagdwes. 1885. — Dagegen König unter dem gleichen Titel. Forstwiss. Zbl. 1885.

u. a. die Bodenbearbeitung durch Grubbern in Stangen- und jungen Baumhölzern zur Bekämpfung der Rohhumusbildung und einer schädlichen Bodenflora. Genauere Untersuchungen über den Einfluß auf den Zuwachs fehlen bislang noch. Es ist jedenfalls nicht zu übersehen, daß eine derartige Maßregel doch sehr zweischneidig wirken kann. Zerreißen, Quetschungen und Verwundungen der stärkeren Oberflächenwurzeln sind dabei unvermeidlich. Ich habe gelegentlich derartig gegrubberte Bestände gesehen, in denen fingerstarke und stärkere Seitenwurzeln meterlang aus dem Boden herausgerissen waren und zwar so zahlreich, daß sie weithin im ganzen Bestand hervorleuchteten.

Wenn man dagegen die reiche Neubildung von Faserwurzeln nach Wurzelschnitt oder auch beim Igel in jungen Kulturen anführen zu können glaubt, so dürfte hier doch ein allzu weitgehender Optimismus vorliegen. Zwischen der Reaktion einer mehr oder minder glatt durchschnittenen Jungwurzel und der sehr viel schwereren und roheren Verletzung einer älteren ist doch ein großer Unterschied! Jedenfalls sollte man erst einmal kleinere Versuche anstellen, ehe man im großen Geld für derartige Dinge ausgibt, die in ihrer Wirkung noch gänzlich unsicher, vielleicht sogar gefährlich sind!

Düngung. Die Frage, ob man bei armen Böden im Walde eine nachhaltige Wirkung für das Wachstum durch geeignete Mineralstoffdüngung (Volldüngung) erzielen kann, oder ob man in anderen Fällen Böden, die unter Rohhumus erkrankt sind, und die infolgedessen Wuchsstockungen zeigen, nur durch Kalkdüngung dauernd verbessern und zur Gesundung bringen kann, ist bis in die Neuzeit vielfach umstritten und trotz mancher hier vorliegenden Versuche wohl noch nicht endgültig geklärt. Die Literatur darüber ist umfangreich. Auf einige der neueren und die wichtigsten älteren Arbeiten ist unten hingewiesen¹.

Schwappach hat die hier in Betracht kommenden allgemeinen Gesichtspunkte dahin zusammengefaßt, daß 1. die meisten, auch scheinbar armen Böden doch die zur Entwicklung der Waldbäume nötigen Pflanzennährstoffe in ausreichender Menge enthalten; 2. daß die Möglichkeit einer Verbesserung nur gering ist und sich auf die obersten Bodenschichten beschränkt; 3. daß die Düngewirkung meist kurz, die Entwicklung der Waldbäume aber im Gegensatze dazu sehr lang ist und 4. daß die Kosten der Düngung, namentlich bei Aufrechnung von Zinseszinsen, zu so ungeheuren Beträgen anschwellen, daß die Rentabilität der Wirtschaft dabei schwinden würde. (Wo allerdings die Kulturkosten unter besonders schwierigen Verhältnissen ohne Düngung auch sehr hoch, mit Düngung aber vielleicht geringer sein werden, würde das nicht in Betracht kommen!)

Wenn man die Reihe der Düngungsversuche überschaut, über die berichtet wird, so stehen sich positive und negative Erfolge fast gleich zahlreich gegenüber. Es sprechen hier neben Standortbesonderheiten und Versuchsfehlern offenbar noch so viel Zufälligkeiten mit, daß ein einheitliches Bild vorläufig nicht

¹ Ramm: Über die Frage der Anwendbarkeit von Düngung im forstlichen Betriebe. Stuttgart 1893. — Helbig: Über Düngung im forstlichen Betriebe. Neudamm 1906. — Schwappach: Forstdüngung. Neudamm 1916. — Vater: Referat im DLG.-Sonderausschuß für Forstdüngung 1925. — Hofmann: Weitere Mitteilungen über Wirkung von Düngungen in Forchenkrüppelbeständen des württembergischen Schwarzwaldes. Allg. Forst- u. Jagdztg. 1914, S. 229. — Ludwig: Ein Forstdüngungsversuch. Z. f. Forst- u. Jagdwes. 1920, S. 44. — Erdmann: Künstliche Düngung im Walde. Ebenda 1921, S. 155. — Finckenstein, Graf F. v.: Künstliche Düngung im Walde. Ebenda 1920, S. 345. — Süchting: Die Gründüngung im Walde. Ebenda 1928, S. 321. — Wiedemann: Die Leguminosendüngung in Ebnath. Forstwiss. Zbl. 1927. — Lent: Der Owinger Forstdüngungsversuch. Z. f. Forst- u. Jagdwes. 1928, S. 641. — Kamlah: Kalkdüngungsversuche in der Oberförsterei Altenbeken. Ebenda 1929, S. 209.

zu gewinnen ist. Am meisten scheint sich noch die Kalkdüngung auf sehr stark versäuerten und rohhumuskranken Böden und ebenso die Gründüngung mit Leguminosen bewährt zu haben, die aber auch wieder meist nur nach voraufgehender Mineraldüngung und guter Bodenbearbeitung und bei zweckmäßiger Holzartenwahl vollen Erfolg verspricht.

Wie ich schon an anderer Stelle (S. 188) ausgeführt habe, ist die Zeit für eine allgemeine künstliche Düngung im Walde heute noch nicht gekommen, ehe nicht ein Ausgleich für die hohen Kosten durch entsprechende Holzpreise gegeben ist. Nur in sog. verzweifelten Fällen (insbesondere auf vollständig verheideten und schwer erkrankten Böden) wird man sich hier und da trotz ungewisser Aussichten doch dazu entschließen. Im übrigen ist die Pflege des Humus durch Erhaltung der Streu und die Anwendung aller natürlichen Maßregeln zu ihrer Zersetzung auch auf den ärmsten Böden immer noch die beste Art der Düngung im Walde.

Reisigdeckung. Die schon von Trebeljahr 1898 und ebenso von Schwapach in seiner „Forstdüngung“ im Jahre 1916 dringend empfohlene Belassung des feinen Reisigs im Walde hat in der neuesten Zeit besonders durch Möllers Arbeit über die Kieferndauerwaldwirtschaft in Bärenthoren¹ die allgemeine Aufmerksamkeit erregt. Dort hatte der Waldbesitzer, der Kammerherr von Kalitsch, seit Jahrzehnten alles feinere und gröbere Reisig im Walde liegen und verwesen lassen. Möller hat in seiner Arbeit, gestützt auf Erinnerungen und Beobachtungen des Besitzers, eine sehr anschauliche Schilderung davon gegeben, wie sich das Reisig anfangs nur sehr langsam, später rascher zersetzt habe, wie allmählich an die Stelle von Hungermoos und Heide grüne Moose und Gräser getreten seien, und wie der ehemals „tennenartig harte Erdboden“ jetzt als „stets Feuchtigkeit haltende Humusdecke“ unter dem Fuße federt. Wieviel von dieser Wirkung aber auch auf die gleichzeitig eingestellte Streunutzung entfallen mag, und wieviel auf die Reisigdüngung, bleibt eine offene Frage. Man kann aber so viel trotzdem als sicher annehmen, daß eine reichliche und regelmäßige Reisigbelassung immer eine billige und langsam wirkende Mineralstoffdüngung darstellen muß. Daß die allmählich zu Moder und Mulm verwesenden organischen Stoffe des Holzes auch eine Humusbereicherung bringen und dadurch eine bessere Stickstoffbildung herbeiführen, erscheint ebenfalls wahrscheinlich. Die hierbei auftretenden Vorgänge und die mitspielenden Verhältnisse sind freilich so verwickelt und vorläufig so wenig untersucht, daß in der Beurteilung dieses Teils der Wirkung doch noch einige Zurückhaltung am Platze ist. Die ziemlich zahlreichen Untersuchungen der Bärenthorener und anderer Vergleichsböden (durch Hesselman, Albert und Behn)² haben hier meist nur recht geringe und zum Teil auch widersprechende Ergebnisse gebracht. Ein eindeutiger starker Erfolg der Reisigbelassung nach der Seite der Humusbereicherung und besserer Stickstoffbildung hin ist vorläufig daraus noch nicht zu entnehmen. Es mag hierbei mitsprechen, daß es doch nur immer sehr geringe Reismengen sind, die bei den Durchforstungen anfallen, und daß die Wirkung danach nur eine sehr umgrenzte sein muß, je nachdem die eine Bodenstelle gerade in letzter Zeit eine solche Reisigdüngung bekommen hat, die andere nicht. Man darf sich hier jedenfalls für große Flächen und kurze Zeit nicht allzuviel versprechen.

Etwas ganz anderes ist es, wenn in besonderen Fällen, z. B. in Kulturen auf sehr armen oder heidewüchsigen Böden die Zwischenstreifen dicht und hoch

¹ Z. f. Forst- u. Jagdwes. 1920, S. 4.

² Mitgeteilt und erörtert bei Wiedemann: Die praktischen Erfolge des Kieferndauerwaldes, S. 44.

mit Reisig bedeckt werden (Reisigpackung). Hier haben sich fast überall, wo dies versucht worden ist¹, nicht nur höhere Humus- und Nitratwerte ergeben, sondern die damit behandelten Kulturen haben auch ein entsprechend besseres Wachstum gezeigt. Leider ist dieses offenbar sehr gute Mittel nicht billig, sondern sogar recht teuer (50—200 M. je Hektar nach Naumann)!

Wo die Reisigbelassung bei den Durchforstungen stattfinden soll, wird man jedenfalls die äußeren Streifen an den Wegen mit Rücksicht auf die Waldbrandgefahr frei lassen. Ebenso ist das Reisig immer von zwei Reihen in einen Zwischenstreifen zu werfen und der benachbarte Streifen frei zu lassen, damit die Holzhauer bei der nächsten Durchforstung nicht zu sehr behindert werden.

Über andere gelegentliche Bodenpflegemaßregeln, wie Entwässerung, Flug-sandbindung, Schutz gegen Laubverwehung, Windmäntel u. dgl., ist schon an anderer Stelle gesprochen worden, so daß hier nur darauf hingewiesen zu werden braucht.

Vierter Abschnitt. Die wirtschaftlichen Bauformen des Waldes (Betriebsformen).

Einleitung und Übersicht. Durch die verschiedene Art und Weise der Hiebsführung bei der Holzernte und die damit Hand in Hand gehende Verjüngung wird in entscheidender Weise die ganze Form des Waldes und seiner einzelnen Teile, der Bestände, bestimmt. Die räumliche Ordnung der Erntehiebe und ihre zeitliche Aufeinanderfolge, denen Schritt für Schritt die Verjüngung nachfolgt, formt den ganzen Wald sowohl in horizontaler Erstreckung, d. h. in seinem Grundriß, wie auch in vertikaler, im Aufriß. Hier liegen letzten Endes die höchsten und feinsten Aufgaben des Waldbaues, hier liegt das, was ihn eigentlich erst zum Bau im tiefsten Sinne des Wortes macht! Hier liegt auch das wahrhaft Schöpferische des forstlichen Berufes, was ihn auch ohne jede wissenschaftliche Beherrschung der Grundlagen schon allein weit über das rein Handwerksmäßige hinausheben würde. Durch die Art und Weise, wie wir die einzelnen Bausteine ausformen und planmäßig aneinandersetzen, werden die feinsten Verbindungen und Beziehungen geschaffen, die den Boden, die Holzerzeugung, die Holznutzung, die Sicherung des Waldes gegen schädliche Einwirkungen von außen wie von innen, kurz alle Zweige der forstlichen Wirtschaft entscheidend beherrschen, und die in ihren Auswirkungen auch tief in das Gebiet der Forsteinrichtung, Statik, Waldwertrechnung und Arbeitslehre hineingreifen. In dieser Vielseitigkeit offenbart sich die ganze Größe und Bedeutung der hier zu beachtenden Fragen. Hier liegt das letzte und größte aller waldbaulichen Probleme in einem Knoten zusammengeschürzt!

Man hat diese Aufbauformen des Waldes bisher allgemein Betriebsformen oder Betriebsarten genannt, wohl aus dem Grunde heraus, daß sie eben den ganzen Wirtschaftsbetrieb durchdringen und bestimmen. Mir schiene es richtiger, sie Bauformen oder Aufbauformen zu nennen, weil darin ihr innerstes Wesen viel besser zum Ausdruck kommt. Es wird aber wohl vorläufig bei einer so lange und so fest eingebürgerten Bezeichnung, wie Betriebsformen, bleiben. Das wird auch nichts schaden, wenn man sich nur des Wesens der Sache dabei immer bewußt bleibt.

In der praktischen Wirtschaft verwischen sich oftmals die Grenzen der Betriebsformen, oder die Formen gehen wechselnd durcheinander. Das tut aber der Nützlichkeit, ja sogar der

¹ Wiedemann: Die praktischen Erfahrungen des Kieferndauerwaldes. — Naumann: Reisigdeckung. Neudamm 1928.

Notwendigkeit keinen Abbruch, sie in der Theorie in ihren reinen Formen herauszuarbeiten und darzustellen. Es wäre durchaus falsch, hierin eine Künstelei oder einen unfruchtbaren Schematismus sehen zu wollen und ihm das Wort entgegenzuhalten: „Wo die Begriffe fehlen, da stellt ein Wort zur rechten Zeit sich ein!.“ Vielmehr hat hier allein der Satz zu gelten: „Doch ein Begriff muß bei dem Worte sein!“ Ein scharf gefaßter Begriff ermöglicht erst die richtige Erkenntnis vom Wesen und von der Eigenart der verschiedenen Aufbauformen des Waldes in Theorie wie Praxis, er ermöglicht allein eine fruchtbare Auseinandersetzung über Vorzüge und Nachteile der einen oder anderen Form im Schrifttum wie draußen im Walde!

Die Einteilung der Betriebsformen erfolgt zunächst einmal nach Hauptformen, die man wieder in Unterformen geteilt hat. An Hauptformen werden seit alter Zeit her drei unterschieden:

1. Der Hochwald. Bei ihm entnimmt der Hieb die erntereifen Individuen meist in voll erwachsenem Zustand, und die Bestandesbegründung setzt neue und junge an ihre Stelle, die aus Samen (bzw. Samenkernen) erwachsen. Daher wird diese Form auch neuerdings als Samen- oder Kernwuchsbetrieb bezeichnet. Der ältere und allgemeinere Ausdruck Hochwald schreibt sich von dem Umstand her, daß man den Wald dazu im allgemeinen alt (mindestens bis zur Mannbarkeit) und damit auch hoch werden läßt. (Eine Ausnahme bildet aber z. B. der Weihnachtsbaumbetrieb, der nur niedrige Höhe erreicht, aber als Kernwuchsbetrieb doch zum Hochwald zu rechnen ist.)

2. Der Niederwald. Bei ihm entnimmt der Hieb nur Teile von meist jungen Individuen und die Bestandesbegründung erfolgt durch Ausschlag an den zurückbleibenden Teilen (Stock, Wurzel, Stamm und Ästen). Im Gegensatz zum Kernwuchsbetrieb bezeichnet man ihn daher auch als Ausschlagbetrieb. Da die Ausschlagfähigkeit im höheren Alter meist gering wird, ist man meist gezwungen, die Erntenutzung schon im jugendlichen Alter und bei niedriger Höhe auszuführen, wodurch der Name Niederwald entstanden ist.

Ausnahmsweise wird bei Arten mit sehr lange aushaltendem Stockausschlagvermögen, wie z. B. der Erle, aber auch diese Form hoch, u. U. so hoch oder auch noch höher wie mancher Hochwald. Das Entscheidende liegt also nur in der Entstehungsart: Kernwuchs oder Ausschlag, wobei es keine Rolle spielt, ob etwa daneben gelegentlich und untergeordnet auch noch die andere Entstehungsart mit auftritt, also z. B. Stockausschlag in den Kernwuchsbestand mit übernommen wird oder umgekehrt. Bei Umwandlung oder Überführung der einen in die andere Form wird hiervon sogar meist sehr stark Gebrauch gemacht².

3. Der Mittelwald. Er ist eine Zwischenform von Hoch- und Niederwald und hat eine untere, niedrig bleibende Stufe, die aus Stockausschlag hervorgeht, und darüber in lockerer Verteilung eine obere, höhere Stufe, die wenigstens dem Ideal nach aus Kernwuchs hervorgehen oder doch möglichst reichlich durch solches ergänzt werden soll. Den Namen „Mittelwald“ hat diese Betriebsform zuerst von H. Cotta erhalten.

Wir wollen diese 3 Formen hier in der umgekehrten Reihenfolge behandeln, nämlich 1. den Niederwald, 2. den Mittelwald und 3. den Hochwald, um vom Einfacheren zum Schwierigeren vorzuschreiten. Wir folgen damit auch im allgemeinen dem geschichtlichen Gang der Entwicklung.

¹ So Möller in der Diskussion über den Dauerwald bei der Versammlung d. dtsh. Forstver. in Dessau 1922.

² Wenn Bühler (Waldbau Bd. 2, S. 547) das Wesentliche in der niederen Höhe sieht und danach z. B. die Krummholzkiefernbestände im Hochgebirge und die mit 20—30 Jahren genutzten (?) Kieferngrubenholzbestände zum Niederwald rechnen will, so weicht er damit vollständig von der allgemein üblichen Auffassung ab. Folgerichtig müßte er dann den im Osten nicht selten 20 m und höher werdenden Erlenausschlagwald zum Hochwald rechnen! Mit den sehr relativen Begriffen Hoch und Niedrig würde nur eine unnötige Unsicherheit in die Unterscheidung gebracht werden!

18. Kapitel. Der Niederwald.

1. Allgemeines¹.

Der Niederwaldbetrieb setzt überall eine Bestockung von Laubholz voraus, dem bei uns allein die Fähigkeit der Bildung von Ausschlägen in einem Umfange zukommt, der zur Bestandesbildung ausreicht. Da der Grad der Ausschlagfähigkeit aber auch bei den einzelnen Laubholzarten sehr verschieden ist, so hat sich der Niederwaldbetrieb bei uns in der Hauptsache nur dort entwickeln und erhalten können, wo besonders ausschlagfähige Holzarten vorkommen und den Hauptanteil an der Bestockung bilden. Das sind insbesondere die Erlen (Schwarzerle), die Eichen, die Hainbuche, die Weiden, von eingeführten Holzarten auch noch Edelkastanie und Akazie. In diese Hauptholzarten des Niederwaldbetriebes eingesprengt finden wir aber noch zahlreiche Mischhölzer, wie Rotbuche, Birke, auf besseren Böden auch Ahorn, Rüstern und Eschen, auf den feuchten Böden Pappeln und fast überall eine reiche Zahl von Weichholzarten, wie Aspe, Sahlweide, Hasel und anderen Straucharten, die hier oft die Rolle von Füll- und Treibholz, namentlich bei lückig gewordener Bestockung spielen.

Der Niederwald ist als Betriebsform jedenfalls sehr alt. Seine ersten geschichtlich überlieferten Anfänge finden wir in Deutschland schon im 14. Jahrhundert in Thüringen, Schwaben und Bayern². Er hat aber in neuerer Zeit ganz außerordentlich an Umfang und Bedeutung verloren und ist bei uns heute eine mehr und mehr aussterbende Betriebsform geworden. (Über die Gründe hierzu vgl. die nachstehenden Ausführungen beim Eichenschälwald und bei der allgemeinen Würdigung am Schluß.) Er nimmt nach der Statistik von 1900 nur noch 6,8 % der gesamten Forstfläche Deutschlands ein.

Seine Hauptverbreitung hat er heute nur noch im westlichen Deutschland in Westfalen, der Rheinprovinz und in der Pfalz, wo sowohl das Klima wie auch gewisse besondere Gebrauchszwecke ihn noch begünstigen. Er findet sich bei uns auch hauptsächlich nur noch im genossenschaftlichen und im kleineren Gemeinde- und Privatbesitz. Einen sehr viel bedeutenderen Umfang hat er auch heute noch in den wärmeren Gegenden von Frankreich und Südeuropa. Im letzteren tritt er freilich in meist sehr unpfleglichen und mehr eine Waldverwüstung darstellenden Formen auf.

Schon früh und wohl mit zuerst an ihm hat sich der Gedanke der forstlichen Nachhaltwirtschaft ausgebildet, indem man den Wald in eine der Umtriebszeit entsprechende Anzahl von Schlägen einteilte, von denen immer nur einer genutzt werden durfte. Damit ist er zugleich auch der Anfang einer Waldeinteilung und einer Altersklassenregelung geworden und verdient dadurch auch heute noch ein gewisses geschichtliches Interesse. Es zeichnen sich in ihm die ersten, wenn auch noch sehr primitiven Linien eines bestimmten Waldaufbaus ab. Erst wenn man damit die späteren, besonders die neuesten, ganz auf die räumliche Ordnung der Teile eingestellten Hochwaldformen vergleicht, wird man sich des großen Fortschrittes bewußt, den die Waldbaukunst als solche bei uns gemacht hat!

Der Erntehieb ist in ihm auch zugleich Akt der Bestandesbegründung. Der Hieb ist deswegen auch so auszuführen, daß der Ausschlag sich möglichst rasch und gleichmäßig einstellt. Er soll eine möglichst glatte, tief am Stock liegende und schräge Abhiebsfläche schaffen, damit die Wundränder besser vernarben, keine Risse im verbleibenden Stock auftreten, die Rinde sich an diesem nicht löst und das Niederschlagswasser besser abläuft. Der Schnitt oder Hieb soll daher auch von unten nach oben geführt werden, bei stärkeren Stangen nach Einhieb eines Vorkerbs auf der Fallseite. Unter Umständen soll bei sehr starken

¹ Hamm, J.: Der Ausschlagwald.

² Vgl. Schwappach: Handbuch der Forst- und Jagdgeschichte Deutschlands Bd. 1, S. 183.

Stangen der Abtrieb von zwei gegenüberliegenden Seiten aus erfolgen, so daß ein Stock von dachartiger Form stehenbleibt. Dies wird aber heute wohl nur noch selten so ausgeführt. Als Werkzeuge dienen für die stärkeren Stangen leichte, aber breitschneidige Äxte, für schwächeres Material Heppen oder Baumscheren. Auf glatte und scharfe Schneide ist bei allen Werkzeugen der größte Wert zu legen.

Über die Tiefe des Abtriebes bestehen Meinungsverschiedenheiten. Hamm¹ hat in seiner eingehenden Arbeit diese ausführlich besprochen und kommt zu dem allgemeinen Grundsatz, daß man bei allen Holzarten, die gern am Rande der Hiebsfläche ausschlagen, etwa 3—5 cm über dem Boden bzw. der alten Rinde (eines älteren Stocks) abschlagen soll, bei solchen Arten aber, die lieber unterhalb der Hiebsfläche ausschlagen, etwas höher, etwa 5—10 cm über dem Boden bzw. der alten Rinde.

Auch über die beste Hiebszeit lassen sich nicht allgemeingültige Regeln aufstellen, namentlich da diese bei den einzelnen Formen durch besondere Verhältnisse bedingt ist (vgl. später bei Schälwald, Weidenhegerbetrieb und Erlen-niederwald). Vom Gesichtspunkt der Ausschlagbildung dürfte die Zeit nach Auftreten der stärksten Winterfröste und vor Beginn des Saftsteigens, also etwa die Zeit um Februar, die beste sein. Jedenfalls dürfen die Stummel noch nicht bluten, und soll die Abfuhr des meist auf der Schlagfläche zerstreut aufgesetzten Reisigholzes vor dem Austreiben der jungen Schößlinge beendet sein, da diese sehr brüchig sind und sonst starken Beschädigungen ausgesetzt sein würden.

Im pfleglich behandelten Niederwald ist immer auch auf die Ausfüllung von Lücken und den Ersatz alter, abgängig werdender Stöcke durch künstliche Ergänzungskultur, meist Pflanzung von Lohden, Ballen- und auch Stummelpflanzen, Bedacht zu nehmen. Dies gibt auch Gelegenheit, immer wieder die gewünschte Hauptholzart zu begünstigen. Ebenso hat auch stets eine frühe Kulturpflege durch Absicheln von hohem Gras, Schlagunkräutern, Ausschneiden von verdämmenden Sträuchern, minderwertigen Weichhölzern und Freischneiden etwaiger Kernwüchse von überwachsenden Stockausschlägen stattzufinden.

Es hat sich auch gezeigt, daß unter Umständen, namentlich bei sehr reichlicher Ausschlagbildung, eine Durchforstung, etwa um die Mitte der Umtriebszeit, den Zuwachs und die Gesamtmassenleistung kräftig zu erhöhen vermag.

So fand Mer eine Steigerung um 100 %, v. Fischbach² um 27—65 % und auch Hamm³ berichtet von Zuwachssteigerungen an einzelnen untersuchten Stangen nach ausgeführten Durchforstungen.

2. Die besonderen Niederwaldformen.

1. Der gewöhnliche Brennholzniederwald. Er dient in der Hauptsache nur der Erzeugung von schwachem und geringwertigem Brennholz, das meist in Bündeln (sog. Reisigwellen) aufgearbeitet wird. Daneben kann solches, in bestimmten Maßen abgelängtes und mit Draht gebundenes Reisig auch gelegentlich als Faschinenholz (Dränagen, Uferbefestigungen usw.) einen bestimmten Absatz als Nutzholz finden. Der Brennholzniederwald hat sich hauptsächlich in Gegenden mit kleinbäuerlichem Besitz gehalten, in denen seit alter Zeit diese Art der Heizung gebräuchlich ist, und die einzelnen Besitzer ein altes Recht zum Bezug einer bestimmten Anzahl solcher Brennholzwellen aus dem Genossenschafts- oder Gemeindewald haben.

Er ist meist ein bunter Mischwald, in dem besonders die Hainbuche, aber auch die Rotbuche, weniger schon die Eiche, Haselnuß, Birke, Aspe und andere Arten den Holzbestand bilden. Der Umtrieb liegt je nach Boden und

¹ a. a. O., S. 109ff.

² Fischbach, v.: Praktische Forstwirtschaft, § 286.

³ a. a. O., S. 86.

Klima meist zwischen 20—30 Jahren. Die Massenerträge schwanken ganz außerordentlich je nach der Holzartenzusammensetzung und der Bestockungsdichte. Es lassen sich daher auch bestimmte Durchschnittserträge nicht angeben, noch weniger Gelderträge, da das Holz als Berechtigungsholz meist nicht zum Verkauf kommt, und die Hauungsarbeiten vielfach durch die Besitzer bzw. die Berechtigten selbst ausgeführt werden.

Als wertvollste Form müssen noch die vorwiegend mit Hainbuche bestockten Niederwälder angesehen werden, da diese Holzart eine fast unverwüstliche Stockauschlagsfähigkeit hat, als Schattholzart den Boden gut deckt, ihr Laub eine leicht zersetzbare Streu liefert, und weil ihr Brennholzwert sehr hoch ist. Die Rotbuche hat den Nachteil viel geringerer Ausschlagsfähigkeit und geht bei längerem Betrieb meist immer sehr zurück. An ihre Stelle treten dann meist geringwertigere Weichhölzer, oder was noch schlimmer ist: Der Bestockungs- und Schlußgrad wird immer unvollkommener. Im großen und ganzen bieten diese Arten des Niederwaldes heute bei uns die wenigst erfreulichen Bilder und haben ihre wirtschaftliche Berechtigung ganz verloren. Sie wären wohl längst verschwunden, wenn nicht das zähe Festhalten der kleinbäuerlichen Bevölkerung an altgewohnten Formen einer Überführung in den Hochwald noch entgegenstände.

2. Der Eichenschälwald¹. Diese Form des Niederwaldbetriebes hat früher und bis in die letzte Zeit hinein eine sehr bedeutende Rolle, besonders in der Waldwirtschaft des deutschen Westens, gespielt. Bei ihr war das wirtschaftliche Ziel die Erzeugung möglichst großer Mengen von hochwertiger Eichenrinde, die als das beste und früher auch einzigste Mittel zur Gerbung des Leders diente. Daneben gaben aber auch die geschälten und gut ausgetrockneten Eichenstangen ein vorzügliches und geschätztes Brennholz ab, und ließen besonders in Weinbaugenden auch eine recht hochwertige Verwendung zu Rebpfählen zu. Der Schälwaldbetrieb war daher für den kleinen Waldbesitzer dort äußerst rentabel.

Mit der Einführung fremdländischer Ersatzgerbstoffe, besonders des Quebrachholzes aus Argentinien, und mit der steigenden Höhe der im Schälwald stark ins Gewicht fallenden Arbeitskosten hat sich hierin aber ein entscheidender Wandel vollzogen, der heute bis zum völligen Niedergang dieser einst hochrentablen Wirtschaften geführt hat.

Um 1900 nahm diese Betriebsform noch 446000 ha der Gesamtwaldfläche und etwa 50 % der gesamten Niederwaldfläche ein. In allerjüngster Zeit wurden überall Entschlüsse gefaßt, ihn angesichts der gesunkenen Rentabilität ganz aufzugeben. Trotzdem werden sich unter besonders günstigen Verhältnissen Reste dieser alten Betriebsform wohl noch lange erhalten.

Der Eichenschälwald verlangt verhältnismäßig gute und kräftige Böden und warme Lagen. Nur solche erzeugen raschen Wuchs mit glatter und saftiger Spiegelrinde und bewahren eine genügend dichte Bestockung. Wir finden den Schälwald bei uns daher am meisten auf den warmen Schieferböden der Berghänge im Rhein-, Mosel- und Nahegebiet, doch auch auf Buntsandstein im Odenwald. Hier ist neben dem Standort auch die Absatzlage zur Lederindustrie (Mainz, Worms, Offenbach) wie zur Weinbergswirtschaft (Rebpfähle) besonders günstig.

Die Traubeneiche gilt vielfach als wertvoller, weil sie eine fleischigere Rinde liefern soll. Doch wird das auch bestritten und mehr auf den Standort geschoben. Jedenfalls dürfte sie auch in den Hauptschälwaldgebieten die klima-

¹ Grunert, J. Th.: Der Eichenschälwald im Reg.-Bez. Trier. Hannover 1868. — Neubrand, J. G.: Die Gerbrinde mit besonderer Beziehung auf die Eichenschälwaldwirtschaft. Frankfurt a. M. 1869. — Fribolin, F.: Der Eichenschälwaldbetrieb mit besonderer Berücksichtigung württembergischer Verhältnisse. Stuttgart 1876. — Jentsch, Fr.: Der deutsche Eichenschälwald und seine Zukunft. Berlin 1899. — Über die sehr ausführliche Zeitschriftenliteratur vgl. die wohl erschöpfende Zusammenstellung in Bühler: Waldbau Bd. 2, S. 552.

tisch gegebenere Holzart sein als die Stieleiche. Je reiner die Bestockung aus Eiche besteht, desto wertvoller ist sie natürlich für den Betrieb. Auftretende Mischhölzer werden als Raumholz (auch Rauh- oder Unholz) bezeichnet und in einer als Raumholzhieb bezeichneten Durchforstung einige Jahre vor dem Abtrieb entfernt, wodurch auch der Ertrag und die Qualität der Rinde gesteigert werden soll.

Heyer¹ fand auf Vergleichsflächen eine Steigerung des Rindenertrages um 20—40 % und des Holzertrages um etwa 30—60 % auf den durchforsteten gegenüber den undurchforsteten Flächen. Ebenso finden bei sorgfältig behandelten Schälwäldungen auch Ausästungen zur Erzielung eines möglichst glatten Schaftes statt.

Das Umtriebsalter ist mit Rücksicht auf die frühzeitige Bildung einer rissigen und rauhen Borke statt glatter Spiegelrinde möglichst niedrig zu wählen und schwankt von 12 Jahren auf besten und wärmsten Lagen bis zu 20 Jahren auf geringeren, in einzelnen Gegenden in Unterfranken und im Elsaß auch bis zu 25—30 Jahren².

Die Massenerträge betragen auf mittleren Bonitäten etwa 4 fm Holz und 5 Ztr. Rinde je Hektar und Jahr. Diese Zahlen steigen aber auf besten Standorten bis zu 7 fm Holz (Derbholz + Reisig) und 10 Ztr. Rinde.

Die Geldreinerträge haben auf besten Bonitäten bei hohen Rindenpreisen einzeln bis zu 50 M. je Hektar betragen und sind dann wohl gleich hoch, wenn nicht höher gewesen als bei einem Hochwaldbetrieb auf gleichem Standort, da es meist nicht die allerbesten Lagen und Böden sind, die der Schälwald einnimmt. Die meisten Wäldungen unter mittleren Verhältnissen haben aber nur 25—35 M. Reinertrag abgeworfen. Eine Neubegründung von Schälwäldungen wird unter den heutigen wirtschaftlichen Verhältnissen in Deutschland kaum noch erfolgen, öfter vielleicht noch in abgelegenen Vorgebirgsgegenden Südeuropas, wo die Lohgerberei im Kleinbetrieb sich noch mehr gehalten hat. In solchen Fällen ist immer die Pflanzung in gut gelockerten Plätzen der Saat vorzuziehen. Stummelpflanzung ist vielfach üblich gewesen und wird sehr empfohlen. Die Stummelung soll möglichst tief und dicht überm Boden erfolgen. Als Pflanzverband genügt ein solcher von 1—1,5 m im Quadrat mit 4000—5000 Pflanzen je Hektar. Ein zu dichter und unregelmäßiger Stand schädigt nicht nur das rasche Höhenwachstum, sondern ganz besonders auch die fleischige Entwicklung der Rinde. Wo der Schälwald schon da ist und erhalten werden soll, ist bei jedem Abtrieb eine sorgfältige Ergänzung und Auspflanzung aller Fehlstellen und Lücken notwendig, die hier am besten durch kräftige Lohden oder Heister geschieht, da sonst die Gefahr des Überwachsens durch die rasch emporschießenden Stockausschläge besteht.

3. Der Weidenhegniederwald³. Diese Form des Niederwaldes dient nur der Erzeugung von Ruten zur Korbflechterei und von sog. Bandstöcken für Faßreifen und ist eigentlich schon mehr eine gärtnerische Nebenbetriebsform. Sie kommt, abgesehen von den Überschwemmungsgebieten der Flußauen, wo sie sich in Nachbarschaft oder im Gemenge mit Mittelwald oder Hochwald findet, vielfach ganz außerhalb des Waldes auf ehemaligen Wiesen oder Weiden, an Teichrändern u. a. O. vor.

Der Weidenhegerbetrieb nahm nach der Statistik von 1900 immerhin die nicht unerhebliche Fläche von 35700 ha in Deutschland ein, die sich ziemlich gleichmäßig auf die verschiedenen Gegenden verteilt. Meist finden sich in der Nähe von zahlreicheren und größeren Weidenhegerflächen auch viel Korbflechtereien.

Der Betrieb verlangt im allgemeinen sehr guten und dauernd feuchten Boden, am besten sogar mit Bewässerungsmöglichkeit⁴. Auch gute Moorböden

¹ Heyer: Allg. Forst- u. Jagdztg. 1852, S. 69. ² Vgl. Jentsch: a. a. O., S. 139ff.

³ Krahe, J. A.: Lehrbuch der rationellen Korbweidenkultur, 5. Aufl. Aachen 1897. — Schulze, R.: Die Korbweide, ihre Kultur, Pflege und Benutzung. Breslau 1885. — Förster, F. v.: Die Korbweidenkultur und ihr Wert für die Landwirtschaft der östlichen Provinzen Preußens. Berlin 1895. — Kern, E.: 18 jährige praktische Erfahrungen im rationellen Korbweidenbau und Bandstockbetriebe. Dresden 1904.

⁴ Krahe (a. a. O.) hält ihn allerdings, entgegen der allgemeinen Anschauung, auch auf nur frischen Böden für gegeben und ist der Ansicht, daß viele Anlagen gerade wegen zu großer Feuchtigkeit geringe Leistungen zeigen.

mit Lehmuntergrund oder Schlickbeimengung eignen sich zum Anbau. Ohne künstliche Düngung ist auch bei besten Böden der Betrieb nicht auf der Höhe zu halten, wirft aber dafür dann auch ganz bedeutende Erträge ab, wie sie in der Forstwirtschaft ganz ungewöhnlich sind.

Der Bestand muß natürlich vollkommener Reinbestand sein. Auf die Auswahl der passendsten Weidenart bzw. der geeignetsten Bastardform und deren Echtheit ist größtes Gewicht zu legen. Es gibt gerade unter den Weiden außerordentlich viele solcher, heute meist künstlich gezüchteten Kreuzungsformen, die sich durch Stecklinge leicht vermehren lassen. Die Auswahl der passenden Sorte richtet sich sowohl nach dem Boden wie nach dem Verwendungszweck. Bei der Bewertung spielen eine große Rolle: Länge, Schlankheit und Biegsamkeit der Ruten, enges Mark, leichte Schälbarkeit und weiße Farbe des geschälten Holzes.

Neben den feinen zum Flechten geeigneten Ruten sollen in geringerem Umfange auch dickere und derbere sog. Band- oder Reifstöcke erzeugt werden.

Als hauptsächlich geschätzte Arten gelten: *Salix viminalis* L., schlechthin Korbweide oder Hanfweide genannt, die die höchsten Massenerträge (nach Danckelmann: Z. f. Forst- u. Jagdw. Bd. 7, S. 88ff. 13 fm jährlich), aber etwas gröberes Material liefern soll, *Salix purpurea* L., die Purpurweide (10 fm jährlich) mit feineren Ruten, der Bastard von beiden, *Salix viminalis und purpurea*, ferner noch die sehr weiß schälende aber leicht ästige Mandelweide, *Salix amygdalina* syn. *triandra* L. und *Salix acutifolia* Willd. syn., *pruinosa* Wendl. oder *caspica*, die kaspische Weide, die auch auf trockneren Böden zu gedeihen vermag¹.

Die Anpflanzung dieser letzteren auf den Eisenbahndämmen und -sicherheitsstreifen, auf die man offenbar große Hoffnungen gesetzt hatte, hat aber auf den Sandböden im Osten vielfach versagt, ob wegen Überschätzung der Anspruchslosigkeit oder wegen mangelnder Pflege der Anlagen, bleibt dahingestellt.

Auch die Dotterweide *S. alba vitellina* und die graufilzige *S. dasyclados* mit größeren Ruten werden verschiedentlich angebaut. Neuerdings sind aber zahlreiche besonders gezüchtete Sorten im Handel, vor allem die sog. „*americana*“.

Der Umtrieb ist meist 1—2jährig, eine zu häufige Wiederholung des alljährlichen Schnitts führt leicht zur Erschöpfung. Man spricht in solchen Fällen von „Totschneiden“². Man wechselt daher auch wohl zwischen dem 1- und 2jährigen Schnitt ab oder schneidet nur einen Teil der Ausschläge am Stock jährlich und hält einen anderen Teil für gröbere Ruten oder Bandstöcke 1 oder 2 Jahre über. Der Schnitt erfolgt erst nach Blattabfall und Eintritt voller Safruhe, etwa von November ab. Zum Schälen, das erst im Frühjahr bei Safttritt erfolgen kann, werden die Ruten dann in Bündeln aufrecht nebeneinander über in flache sog. Schälteiche gestellt.

Nach jedem Abtrieb soll mindestens eine Bodenlockerung durch Behacken stattfinden, die auch zugleich der Unkrautbekämpfung dient. Eine kräftige Düngung mit Holzasche oder Kalisalz und Thomasmehl ist unbedingt öfter nötig, um die Ertragsfähigkeit auf der Höhe zu halten. Nach einer Zeit von 15—20 Jahren tritt auch so meist Abbau ein und erfordert Rodung und Neuanlage.

Diese erfolgt auf 50—60 cm tief gelockertem, vollumgebrochenem Boden durch Setzen von Stecklingen, d. h. 20 cm langen, glatt abgeschnittenen unteren Zweigstücken mit möglichst mehreren kräftigen Knospen, die in den lockeren Boden so eingedrückt werden, daß der basale Teil nach unten kommt, was das natürliche Austreiben und die Bewurzelung erleichtert. Der Pflanzverband soll möglichst dicht sein: Reihentfernung 40—50 cm, inner-

¹ Danckelmann: Über Weidenkultur auf Sandboden. Z. f. Forst- u. Jagdwes. 1869 S. 78ff. ² Danckelmann: Z. f. Forst- u. Jagdwes. 1881, S. 97.

halb der Reihen alle 10—15 cm ein Steckling. Enger Verband erhöht den Ertrag und befördert die Astreinheit¹.

Die Anlagen sind sehr empfindlich und leiden unter allerhand Beschädigungen. Sie verlangen dauernd sorgfältige Pflege und Schutz gegen die zahlreichen Parasiten.

Sie werfen aber in gepflegtem Zustand und bei günstigen Absatzlagen auch ganz außerordentlich hohe Erträge ab (200—400 M. Reinertrag je Hektar!).

4. Der Erlenniederwald². Der Erlenniederwald ist die gegebene und allgemein gebräuchliche Wirtschaftsform für die auf feuchten bis nassen Standorten, sog. Brüchern, auftretenden Bestände der Schwarzerle (*Alnus glutinosa*). (Der Weißerlenniederwald ist eine meist nur vorübergehende Betriebsform bei Aufforstungen von Ödland, s. das. S. 433.) Er findet sich in weiter Verbreitung durch ganz Deutschland, besonders aber in Nord- und Ostdeutschland. Hauptgebiete bilden hier noch heute der Spreewald und die Waldungen im ostpreußischen Niederungsgebiet (Memeldelta). Aber größere und kleinere Erlenwaldungen finden sich in den Hochwald eingesprenzt fast überall in den östlichen Revieren.

Der Erlenniederwald hat infolge der bis ins hohe Alter anhaltenden Ausschlagsfähigkeit und des Wertes stärkerer Sortimenten relativ hohe Umrtriebe (40—60 Jahre) angenommen. Durch die dann erreichte Bestandeshöhe von 20—25 m trägt er am meisten von allen Ausschlagbetrieben das Aussehen des Hochwaldes. Das Hauptwirtschaftsziel hat sich hier mehr und mehr auf die Erzeugung von Nutzholz gerichtet, das zu Zigarrenkisten, Holzschuhen und -pantoffeln u. a. m. eine sehr begehrte und gut bezahlte Ware geworden ist.

Die besten Standorte finden sich auf den von Lehm unterlagerten oder durch zeitweilige Überschwemmungen mehr oder minder schlickhaltigen Brüchern; geringer ist der Wuchs der Ausschläge auf sandigen Mooren und sehr nassen Brüchern mit stagnierendem Wasser.

Der Hieb kann wegen des nassen Standorts fast nur bei strengem Frost im Winter erfolgen. Die Stöcke sind meist hoch und müssen auch mindestens so hoch gelassen werden, daß die jungen Ausschläge im Frühjahr nicht unter Wasser stehen und ersticken. Regelmäßige Durchforstungen sind von großer Wichtigkeit, um die stärksten und besten Stocklöden zu begünstigen und eine gute Kronen- und Schaftbildung für die spätere Nutzholzverwendung zu erreichen. Schwappach hat auf die Wichtigkeit eines verstärkten Durchforstungsbetriebes ganz besonders hingewiesen³.

Die Ergänzung zu alter und abgängiger Stöcke geschieht am besten durch Pflanzung kräftiger Lohden. Doch treiben innen tief ausgefaulte Stöcke oft noch immer am Rande gut aus. Kienitz u. a. empfehlen auch den Überhalt einzelner Stangen beim Abtrieb zur Ergänzung durch Samenanflug. Dieser kann sich aber wohl nur schwer durch den meist sehr üppigen Gras- und Krautwuchs durchkämpfen, vor allem aber wird er dort überall wieder vernichtet werden, wo die Erlenbrücher im Sommer zur Gewinnung von geringwertigem Heu regelmäßig ausgemäht werden, wie das in den östlichen Gegenden vielfach üblich ist⁴. Ebenso schädlich oder noch schädlicher ist die vielfach noch ausgeübte Viehweide in den trockenen Brüchern. Zacher beobachtete hier so starke Beschädigungen des flach streichenden Faserwurzelwerks durch den Viehtritt, daß daraufhin Trocken-

¹ Vgl. hierzu Krahe: Z. f. Forst- u. Jagdwes. 1885, S. 669.

² Zacher: Über Bewirtschaftung von Erlenbrüchern in den litauischen Revieren Ostpreußens. Z. f. Forst- u. Jagdwes. 1895, S. 497ff.

³ Schwappach, A.: Untersuchungen über Form und Zuwachs der Schwarzerle. Neudamm 1902.

⁴ So sagt auch Burckhardt: „Die Sense hat vielen Brüchern wehe getan.“ In: Säen und Pflanzen, S. 201.

werden nicht nur einzelner Stangen, sondern auch ganzer Bestände eingetreten sein soll.

Der Regelung der Wasserstandsverhältnisse kommt für die Ertragsfähigkeit der Erlenbrücher eine hohe Bedeutung zu. Unvorsichtige Entwässerungen bei Gelegenheit von Meliorationsarbeiten sollen schon öfter zum Eingehen ganzer Bestände geführt haben. Andererseits leiden aber viele Erlenbrücher auch durch zu hohen Wasserstand. Leider ist in solchen Fällen durch die Tieflage solcher Stellen eine Schaffung von Vorflut sehr oft nicht möglich oder mit unwirtschaftlich hohen Kosten verbunden. Wo sie aber durchführbar ist, sollte man ihr mehr Aufmerksamkeit schenken, als dies im allgemeinen geschieht. Die oft beklagte Ertragsminderung unserer Erlenbestände ließe sich zweifellos dadurch hier und da wieder heben!

In anderen Fällen dürften die beobachteten Rückgangerscheinungen auch auf die ungeeignete fremde Herkunft der bei Neubegründung und Ergänzung verwendeten Pflanzen zurückzuführen sein, wie das in gewissen Beständen beobachtet werden konnte¹.

Diese Rückgangerscheinungen zeigen sich meist in kümmerlichem Wuchs, starkem Flechtenbehang, Trockenspitzigkeit, ja oft im Absterben ganzer Bestandesteile und werden schlechthin als „Erlenkrankheit“ bezeichnet. Daß eine Pilzkrankheit (Valsa-Arten) als primäre Ursache vorliegt, ist nach Möllers Beobachtungen jedenfalls nicht wahrscheinlich. Vielmehr ist das Auftreten dieser an der Rinde wohl nur sekundär.

Die Materialerträge eines gepflegten Erlenniederwaldbetriebes stehen nach den Ermittlungen von Schwappach (s. vorn bei S. 327) dem des Kiefern- und Buchenhochwaldes auf den entsprechenden Bonitäten nicht nach, und auch die Gelderträge lassen den Betrieb mindestens auf den mittleren und besseren Standorten noch sehr rentabel erscheinen. In den meisten Fällen ist diese Betriebsform wegen des nur der Erle zusagenden Standortes auch die einzig mögliche.

Die Umwandlung von Erlenbrüchern in Wiesen ist zwar teilweise von großem wirtschaftlichen Erfolg gewesen², in vielen anderen Fällen aber ist man damit auch zu weit gegangen: Die weite Entfernung von den nächsten Siedlungen, die oft sehr schlechten Zufahrtswege im Walde und die starke Beeinträchtigung des Wuchses an den Schattenrändern des umgebenden Bestandes haben zu vielen Mißerfolgen auch bei sonst guten Boden- und Entwässerungsverhältnissen geführt, so daß die ursprüngliche Frage der Umwandlung ertragsarmer Erlenbestände in Wiesen sich heute oft wieder in die Gegenfrage der Rückumwandlung ertragsarmer Wiesen in Erlenniederwald verkehrt hat!

Dagegen ist vielfach eine Verbesserung des Erlenniederwaldbetriebes durch intensivere Bestandespflege nötig. Auch ist eine Werterhöhung durch Einsprengung von Eschen und Stieleichen, auch raschwüchsigen Pappelarten, in geringerem Maße auch der Fichte an den Rändern, möglich. Der Erlenniederwald, der in den Kiefernwaldungen des Ostens oft recht beträchtliche, wenn auch zersplitterte Flächen einnimmt, ist leider etwas Stiefkind der Wirtschaft geworden. Man hat über den großen und lebhaft umstrittenen Fragen der Kiefernwirtschaft seiner oft scheinbar ganz vergessen!

5. Der Akazienniederwald³. Die Akazie (*Robinia pseudacacia*) eignet sich wegen ihrer Raschwüchsigkeit und ihrer ungemein großen Ausschlagfähigkeit

¹ Vgl. S. 214.

² Kienitz: Bericht über Wiesenanlagen auf einem ertraglosen Moor der Oberförsterei Chorin. Z. f. Forst- u. Jagdwes. 1893, S. 520.

³ Hauptsächlichste Literatur: Eberts: Der Akazienniederwald. Allg. Forst- u. Jagdztg. 1899, S. 168 u. 290; 1900, S. 74. — Hallbauer: Edelkastanie und Akazie als Waldbäume im Oberelsaß. Ebenda 1896, S. 249. — Bund, K.: Die Zucht der Akazie. Z. f. Forst- u. Jagdwes. 1899, S. 199. — Rubner: Die forstlichen Verhältnisse Rumäniens. Forstwiss. Zbl. 1926, S. 255.

von Stock und Wurzel in hohem Maße zum Niederwaldbetrieb. Ihr ungemein zähes Holz liefert im schwachen Material vorzügliche Weinbergspfähle, in stärkeren Dimensionen die dauerhaftesten Pfosten, auch Grubenholz, sowie Nutzholz für Wagener und Stellmacher.

Diesen Vorzügen steht bei uns leider nur der knieckige und gablige Wuchs gegenüber. Ob dies eine Wirkung des doch etwas zu kühlen Klimas (Herbstfröste), einer zu weitständigen Erziehung oder sonstiger falscher Behandlung ist, steht wohl nicht ganz fest. Jedenfalls zeigt sie in den südlicheren Gebieten, z. B. in Ungarn, wo sie schätzungsweise auf einer Fläche von zirka 70000 ha, und im rumänischen Steppen- und Vorsteppengebiet, wo sie auf zirka 30000 ha vorkommt, viel häufiger geraderen und schlankeren Wuchs als bei uns (vgl. Abb. 144).

Der Akazienniederwald findet sich bei uns vorwiegend auf aufgeforsteten Bergwerkshalden, Steinbrüchen, an den Böschungen von Eisenbahn- und Wegeeinschnitten, an Steilhängen mit Wasserrissen u. a. m. und hat hier neben der ertragswirtschaftlichen auch eine große Bedeutung als Schutzwald zur Befestigung des Bodens.

Der Umtrieb ist je nach dem Verwendungszweck 10—30 jährig. Zur Wiederverjüngung wird sehr tiefer Aushieb des Stockes empfohlen, der sonst leicht ausfällt. Der Ausschlag soll möglichst vom Wurzelhals und durch Wurzelbrut erfolgen. Letztere kann auch durch künstliche Verwundung der Wurzeln (kreuzweise Stichgräben oder kreuzweises Durchhacken mit der Spitzhacke zwischen den Stöcken) erheblich angeregt und vermehrt werden. Jedenfalls ist auf die Erzielung eines möglichst dichten Aufschlags zu achten, damit die Neigung zur Ästigkeit möglichst eingeschränkt wird. Gerade hiergegen scheint bei uns oft gefehlt zu werden, worauf der schlechte Wuchs wohl oft mit zurückzuführen sein dürfte.

Bei Neubegründung ist enge Pflanzung 1—3jähriger verschulter Pflanzen in höchstens 1—1,2-m-Quadratverband das beste. Die Pflanzen sind 1—2 Jahre nach dem Anwachsen am besten tief zu stummeln, wonach sich reichlicher Ausschlag bildet. Die Durchforstung bzw. Verdünnung der Ausschlaglohlen soll spätestens mit 5 Jahren einsetzen und häufiger wiederholt werden. Neuanlagen müssen bei Vorhandensein von Hasen und Kaninchen, die die jungen Pflanzen im Winter gern schälen, eingegattert werden. Es wird auch Anstrich mit Raupenleim empfohlen.

Die Materialerträge sind nach den Angaben in der Literatur sehr schwankend: von 5 fm Derbholz je Jahr und Hektar bis zu 15 fm (?), der Reinertrag dementsprechend zwischen 60—90 M. (Vorkriegszeit). Rubner teilt ähnliche hohe Zahlen aus Rumänien mit, ebenso wird von Bund für Ungarn auf besten Bonitäten ein im 20. Jahr kulminierender Durchschnittszuwachs von 10—12 fm angegeben.

6. Der Edelkastanienniederwald¹. Der Edelkastanienniederwald ist besonders in den Mittelmeerländern weit verbreitet, kommt aber auch in den wärmsten Lagen (Weinbaugebiete) in Deutschland vor. Größere Flächen nimmt er im Elsaß und in der Pfalz ein. Das Holz wird hauptsächlich zu Weinpfählen verwendet. Bei der sehr guten Ausschlagsfähigkeit der Stöcke und der reichlichen und schattigen Belaubung, die den Boden gut deckt und meist eine sich rasch zersetzende, milde Streu bildet, ist der Betrieb noch sehr bodenpfleglich. Doch ist er bei uns eben nur auf die mildesten Lagen beschränkt. Die Empfindlichkeit gegen rauheres Klima zeigt sich schon darin, daß man die Stöcke bei uns in einzelnen Gegenden zum Schutz gegen strenge Fröste mit Streu und Erde zu bedecken pflegt. Der Umtrieb ist meist 15—20jährig. Wegen der ziemlich starken Neigung zur Astbildung wird mit den Durchforstungen auch öfter eine Aufästung verbunden, um möglichst glatte Rebpfähle zu erhalten.

¹ Literatur: Osterheld: Die Kastanie in den Vorgebirgswaldungen der Pfalz. Allg. Forst- u. Jagdztg. 1883, S. 37. — Über die Kastanie am pfälzischen Vorgebirge. Ebenda 1895, S. 22. — Kaysing: Referat über Anbau, Bewirtschaftung und Ertrag des Kastanienniederwaldes. Bericht über die 12. Versammlung d. dtsh. Forstmänner zu Straßburg i. Els. 1883. — Ise: Über Edelkastanienzucht im Oberelsaß. Allg. Forst- u. Jagdztg. 1895, S. 225.

7. Einige andere Holzarten im Niederwaldbetriebe. Gelegentlich finden sich auch noch hier und da Birke, Hasel, Linde und Pappel in kleineren Flächen im Niederwaldbetrieb, meist allerdings nicht rein, sondern mehr oder minder mit anderen Holzarten durchsprengt. Die Birken- und Haselbestände sind vielfach nur aus Verwilderung anderer Formen (Eichenschälwald!) entstanden. Die Birkenformen sind wenig pfleglich wegen der schlechten Ausschlagsfähigkeit und des mangelhaften Bodenschutzes, etwas besser, aber wenig ertragreich die Haselbestände. Der Lindenniederwald spielt nur dort noch eine gewisse Rolle, wo die Bastgewinnung noch üblich ist (Rußland, Rumänien u. a.).

Sehr viel aussichtsreicher scheint für geeignete Örtlichkeiten und den Kleinbesitz die Bewirtschaftung der schnellwüchsigen Pappelarten im Ausschlagbetriebe zu sein. Hier kommen vor allem die Schwarzpappel (*Populus nigra*), ganz besonders aber die kanadische Pappel (*Populus canadensis*) in Betracht, sowie neuerdings noch mehr gerühmt und empfohlen: *Populus Simonii Carrière*, *Populus trichocarpa* T. u. Gr. und der Bastard *Populus robusta* C. Schneider.

Alle diese Pappeln zeichnen sich durch ganz ungewöhnliche Raschwüchsigkeit und hohe Nutzholzerträge bei relativ jungem Alter aus. Auch ist das Holz sehr gesucht und hochbezahlt (bis 40 M. je Festmeter¹).

Dabei lassen sich kleine Anlagen sehr leicht durch Stecklinge oder besser noch durch Setzstangen begründen.

Viele kleine, jetzt unbenutzt daliegende Flächen (Teichränder, Flußufer und Schlenken, Böschungen und Halden) würden sich damit wohl in einen recht ertragreichen Betrieb überführen lassen, der ganz besonders für Kleinbesitzer von wirtschaftlicher Bedeutung sein könnte.

8. Niederwaldbetriebe mit landwirtschaftlicher Zwischennutzung². Die Verbindung von land- und forstwirtschaftlicher Nutzung auf gleicher Fläche ist offenbar eine sehr alte Wirtschaftsform. Sie dürfte bei uns schon auf die Zeit der ersten Besiedelung nach der Nomadenperiode zurückgehen³. Feste wirtschaftliche Formen hatte sie jedenfalls schon im frühen Mittelalter angenommen. Heute findet sie sich nur noch in einigen meist walddreichen Laubholzgegenden von West- und Süddeutschland, wo Mangel an landwirtschaftlichem Boden zu dieser eigenartigen und für den Wald jedenfalls sehr unvorteilhaften Verbindung drängt. Es sind dies die sog. Hauberge in der Gegend von Siegen in Westfalen und in angrenzenden Gebieten, die Hackwaldungen im hessischen Odenwald, die sog. Reutberge im badischen Schwarzwald und die Birkberge in einzelnen Gegenden von Bayern. Fast überall sind aber diese Formen jetzt mehr und mehr in Verfall geraten und besitzen eigentlich fast nur noch ein historisches Interesse.

Allen ist gemeinschaftlich, daß nach dem Abtrieb der Schläge eine Art Düngung durch Holz- und Rasenasche stattfindet, indem man liegengebliebenes Schlagreisig, die Streu und den Bodenüberzug an Gras, Heide usw. auf der ganzen Fläche unter gewissen Vorsichtsmaßregeln abbrennt (sog. Sengen oder Überlandbrennen). Oder man bringt Reisig und Streu zu kleinen Haufen zusammen, die man anzündet und die Asche dann über die Fläche wieder verteilt (sog. Schmoren oder Schmoden)⁴. Der Schlag wird darauf mit besonderen Hacken

¹ Vgl. hierzu E. Kern: Anhang zu der S. 478 angeführten Schrift. — Ferner M. Kienitz: Mitt. d. dtsh. dendrol. Ges. 1919, S. 219ff. — Vill: Ebenda 1927, S. 259.

² Hauptsächlichste Literatur: Jäger, Joh.: Der Hack- und Röderwald. Darmstadt 1835. — Die Land- und Forstwirtschaft des Odenwaldes. Darmstadt 1843. — Strohecker, J. R.: Die Hackwaldwirtschaft, 2. Aufl. München 1867. — Bernhardt, A.: Die Haubergswirtschaft im Kreis Siegen. Berlin 1867. — Vogelmann, V.: Die Reutberge des Schwarzwaldes, 2. Aufl. Karlsruhe 1871. — Japing: Die Hauberge des Dillkreises. Z. f. Forst- u. Jagdwes. 1925, S. 577. — Vgl. auch Jentsch: Der Eichenschälwald, S. 160ff.

³ Hausrath, H.: Pflanzengeographische Wandlungen der deutschen Landschaft, S. 118. Berlin 1911.

⁴ Ähnlich auch das sog. „Schiffeln“ in Eifel und Hunsrück.

abgeschält („geschuppt“) und umgepflügt, z. T. noch mit ganz altertümlichen Hakenpflügen. Hierauf folgt meist 2—3jähriger Getreideanbau zwischen den Stöcken (Buchweizen, Roggen)¹, bei dessen Ernte wegen der Schonung der aufwachsenden Stockausschläge nur die Sichel gebraucht werden kann. Danach überläßt man die Fläche wieder dem Wald, sucht aber zwischen und unter diesem den meist starken Graswuchs noch durch Eintrieb von Weidevieh zu nutzen. Dies ist meist besonders schädlich, da bei dem Mangel an Wiesen und Weiden oft viel zu früh eingetrieben wird.

Die in diesem Betrieb vorkommenden Holzarten sind meist Eiche (Traubeneiche), aber auch viel Haseln und Birken, die sich immer mehr eindrängen. Die Eichen wurden früher meist geschält.

Die Erträge sind ehemals oft nicht schlecht gewesen und bildeten vielfach das Rückgrat der kleinen und an sich ärmlichen Bergwirtschaften. Durch den zunehmenden Rückgang der Bestockung, den Sturz der Schälrindpreise u. a. m. sind sie jetzt fast überall unhaltbar geworden und verfallen der Überführung in Hochwald, soweit Boden und Lage nicht hier und da eine Umwandlung in Weide oder Acker lohnend erscheinen lassen. Neben dem historischen Interesse, das diese uralten Wirtschaftsformen waldbaulich beanspruchen, finden sich noch höchst bemerkenswerte altertümliche Rechts- und Verwaltungsverhältnisse in ihnen. Der Wald ist aber hier stets mehr ein Hilfsmittel für die Landwirtschaft als Selbstzweck gewesen. Er war, wie Hausrath sehr treffend sagt, eine Art langjähriger Brache für die kurze Zeit des Getreideanbaus.

9. Kopfholz- und Schneidelbetrieb. Diese kaum noch forstlich zu nennenden Betriebe, die früher viel weitere Verbreitung gehabt haben, und die man heute nur noch in Südeuropa, besonders in den Balkanländern, häufiger antrifft, haben bei uns so ziemlich jede waldbauliche Berechtigung verloren. Man findet ihre Spuren nur noch in den immer spärlicher werdenden Kopfweiden an Bach- und Flußufern und gelegentlich auch einmal an alten verstümmelten Hainbuchen in früheren Weidewaldungen.

In den älteren Waldbaulehrbüchern findet man dagegen noch sehr ausführliche Abschnitte hierüber, und es ist nicht uninteressant für den Wechsel der wirtschaftlichen Ziele, daß noch Hundeshagen 1830 ganze Niederwaldungen in Kopfholzbetrieb mit Weidewirtschaft umzuwandeln empfahl, und daß um diese Zeit noch viele Gemeinden in Süddeutschland ihren ganzen Brennholzbedarf aus solchen Kopfholzwaldungen gedeckt haben sollen².

Kopfholzbetrieb wurde hauptsächlich bei Weide, Pappel, Hainbuche, Linde, Ulme und einigen anderen Holzarten angewendet. Die Bäume wurden schon beim Aussetzen in 2—3 m Höhe geköpft und die dann sich bildenden Äste in einem Umtrieb von 3—10 Jahren genutzt. Zur besseren Anregung für die neue Ausschlagbildung ließ man entweder einige Zweige als „Saftzieher“ stehen, oder man beließ kurze Aststummel, sog. „Stifte“, um einen möglichst großen, maserartigen Kopf zu erzielen.

Zum Schneideln nahm man weniger Weiden und Hainbuchen als vielmehr Eichen, Ulmen, Linden und einige andere. Hier blieb der Wipfel stehen und man ästete nur den ganzen Stamm alle 2—3 Jahre bis in die Spitze hin auf. Das feine Reisig und Laub wurde meist als Viehfutter verwendet.

In beiden Betrieben herrschte neben diesen Nutzungen von früh an noch ausgedehnter Weidegang.

¹ Gelegentlich auch Hafer und Kartoffeln. Im allgemeinen ist aber die landwirtschaftliche Nutzung immer mehr eingeschränkt worden.

² Vgl. Gwinner u. Dengler: Waldbau, 4. Aufl., S. 200. Stuttgart 1858.

3. Zusammenfassende Wertung der Niederwaldbetriebsformen.

Die Betriebsform des Niederwaldes ist zwar forstgeschichtlich sehr alt, aber technisch immer recht primitiv geblieben.

Infolge ihrer Einfachheit verlangt sie kein besonders geschultes Personal und keine umständlichen Wirtschaftseinrichtungen.

Im allgemeinen ist die Beanspruchung der Bodenkraft je nach der Länge des Umtriebes sicher recht bedeutend, da die Reisisgproduktion mit ihrem hohen Mineralstoffentzug stark in den Vordergrund tritt. Eine Erschöpfung des Bodens ist aber trotz der sicher mehrhundertjährigen Dauer des Betriebes nicht unmittelbar nachzuweisen!

Die jährliche Holzerzeugung auf der Flächeneinheit schwankt zwar je nach Holzart und Umtrieb in weiten Grenzen, ist aber im ganzen der des Hochwaldes nicht unterlegen. In Anbetracht des geringen Holzvorrates ist der Ertrag relativ sogar jedenfalls hoch.

Die erzeugten Sortimente sind im allgemeinen schwach und nur für ganz bestimmte, engumgrenzte Verwendungszwecke zugeschnitten.

Aus diesem Grunde sind die Gelderträge ungewöhnlich stark von der örtlichen und zeitlichen Marktlage abhängig, die wieder vollständig von der allgemeinen Wirtschaftsentwicklung beherrscht wird. Deswegen ist die Rentabilität den größten Schwankungen unterworfen.

Den allgemeinen Bedarf der Volkswirtschaft an Holz (Bauholz, Schneidholz) vermag die Niederwaldform nicht zu erfüllen.

Deswegen kann sie stets nur eine Nebenbetriebsform der Forstwirtschaft sein, die mit steigender Dichtigkeit der Besiedlung und Höhe der Zivilisation mehr und mehr zurückgeht. Ihre fernere Beibehaltung ist nur von gewissen ausnahmsweisen Verhältnissen abhängig.

19. Kapitel. Der Mittelwald¹.

Geschichtliches und allgemeines. Auch der Mittelwaldbetrieb ist geschichtlich sehr alt und wohl nicht viel jünger als der Niederwald. Sehr bald mußte sich nämlich bei weiterer Ausdehnung des letzteren ein Mangel an stärkerem Werkholz in der Nähe für Wagener und Stellmacher, schließlich auch für Bauholz fühlbar machen. Es war eine große Erschwerung, wenn man nach jedem stärkeren Stück erst in die weiter abgelegenen Hochwaldungen fahren sollte.

So finden wir denn schon im Jahre 1219 einen Wald bei Speyer², in dem von Unter- und Oberholz gesprochen wird. Andere Urkunden aus dem 15. Jahrhundert unterscheiden auch Schlagholz (Unterholz) und Heistern (schwaches Oberholz)³. Schon am Ende dieses Jahrhunderts und im 16. Jahrhundert finden wir dann eine Reihe von Vorschriften über die Zahl, die Beschaffenheit und das Alter des überzuhaltenden Oberholzes und damit den Beginn des geregelten Mittelwaldbetriebes.

Diese Betriebsform stellt in ihrer Weiterentwicklung dann schon einen großen Fortschritt der Waldbaukunst dar und führt bis zu den letzten, uns heute

¹ Literatur: Lauprecht, G.: Der Mühlhausener Mittelwald. Frankfurt a. M. 1871; Suppl. Allg. Forst- u. Jagdztg. 1872, S. 1; 1873, S. 221. — Knorr: Mittelwald- und Plenterwaldformen usw. Grunerts forstl. Blätter 1874, S. 45. — Brecher, G.: Aus dem Auenmittelwalde. Berlin 1886. — Hamm, J.: Der Ausschlagwald. Berlin 1896. — Fischbach, H.: Aus dem Mittelwald. Allg. Forst- u. Jagdztg. 1895, S. 145. — Zircher: Der Mittelwald im Forstbezirk Durlach. Forstwiss. Zbl. 1902, S. 622. — Hamm: Leitsätze für den Mittelwaldbetrieb. Ebenda 1900, S. 392. — Ferner die entsprechenden Abschnitte aus den älteren Waldbaulehrbüchern, besonders ausführlich und fein in Gwinner u. Dengler: Waldbau, S. 212—235. Stuttgart 1858.

² Hausrath: Pflanzengeographische Wandlungen der deutschen Landschaft, S. 157.

³ Schwappach: Handbuch der Forst- und Jagdgeschichte Deutschlands, S. 183.

noch bewegenden Fragen des vielstufigen und ungleichaltrigen Bestandesaufbaus sowie der gemischten Bestockung. Letzten Endes ist sogar der Mittelwald an der Schwierigkeit dieser Probleme gescheitert. Doch sprechen hierbei auch noch andere Umstände mit.

Um 1900 nahm der Mittelwald in Deutschland nur noch 5 % der Gesamtwaldfläche ein und fand seine Hauptverbreitung nur in Süddeutschland (Elsaß, Baden und Württemberg), in geringerem Grade auch noch in den Gegenden der großen Strombezirke (Rhein-, Elbe-, Saale-, Oderauen).

Überall findet er sich hier überwiegend im Gemeinde- und Privatwalde, während er aus dem Staatswald meist schon länger verschwunden ist. Im ganzen ist auch er eine aussterbende Betriebsform, verdient aber wegen der waldbaulichen Probleme, die in ihm aufgerollt sind, auch heute noch eine große allgemeine Bedeutung.

Wie bereits erwähnt, entwickelte er sich zunächst aus dem Bedürfnis, neben dem geringwertigen, schwachen Reisigholz, das der Niederwald erzeugte, auch einiges stärkere zur Hand zu haben. Man ging deswegen zunächst dazu über, beim jedesmaligen Abtrieb der einzelnen Schläge eine mehr oder minder große Anzahl gut gewachsener Stockausschläge in passenden Holzarten, wie man sie zur Verwendung als Nutzholz brauchte, besonders Eiche, doch auch Esche, Ahorn, Rüster u. a., stehenzulassen. Man nannte diese daher Laßreiser oder altertümlich auch Laßreitell (auch Hegereiser u. a.). Daran schloß sich dann wohl sehr bald der weitere Schritt, nun beim zweiten Abtrieb aus den schon vorhandenen Laßreiteln wieder einige bis zum nächsten Abtrieb überzuhalten, und so weiter, bis wir endlich das fertige Bild eines Mittelwaldes vor uns haben, der aus einer Unterstufe, dem gleichalten, vom letzten Abtrieb herstammenden Unterholz oder Schlagholz besteht und einer Oberstufe, dem verschieden alten, aus den früheren Abtrieben herstammenden Oberholz, das entsprechend seiner Entstehung einen stufenweisen Altersklassenunterschied zeigt, der jedesmal einer vollen Umtriebszeit entspricht, also bei $u = 20$ Jahren Stufen von 40, 60, 80 Jahren usw. aufweist.

Sehr bald aber lernte man dann auch den Vorzug von Kernwüchsen gegenüber dem Stockausschlag bei der Verwendung zu Nutzholz namentlich im höheren Alter kennen, und daraus entwickelte sich dann die weitere Regel, bei der Auswahl der Laßreitell die zunächst zufällig im Schlagholz angefliegenen oder durch Tiere verschleppten Kernwüchse zu begünstigen, später auch solche durch Saat oder Pflanzung künstlich hineinzubringen. Damit war dann die vollkommene Verbindung von Niederwald und Hochwald auf der gleichen Fläche vollzogen und der echte Mittelwald in seiner Idealform fertig. Freilich ist in der Praxis von dem Grundsatz, daß das Oberholz nur aus Kernwuchs entstehen soll, sehr vielfach abgewichen.

Die verschiedenen Altersstufen des Oberholzes, die zugleich Stärkestufen darstellten, benannte man im schulgerechten Betrieb mit besonderen Namen. Es hießen nämlich die jüngsten Laßreitell, die nächstälteren Oberständer, dann angehende Bäume, Bäume, Hauptbäume und schließlich alte Bäume. Da aber eine genaue Unterscheidung in den älteren Klassen sehr schwierig war, weil die Alters- und Stärkenunterschiede sich mehr und mehr verwischten, so wurden die Benennungen nicht überall scharf getrennt, und schon Gayer schlug vor, sich einfach mit den zwei Klassen Laßreitell und Oberholz zu begnügen.

Der für den Mittelwaldbetrieb bestimmte Boden war recht verschieden: vom schweren, äußerst fruchtbaren Aueboden bis zu dem geringeren flachgründiger Berghänge. Gerade in der Anpassungsfähigkeit des Betriebes an verschiedene Bodengüten, nach der man die Oberholz- und Unterholzarten von Standort zu

Standort wechselnd auswählte und auch das gegenseitige Mengenverhältnis der Ober- und Unterstufe entsprechend verändern konnte, wurde früher ein besonderer Vorzug vor dem Hoch- und auch dem Niederwald gesehen. Es ist aber kaum zu verkennen, daß die sog. geringeren Böden doch immerhin noch ausgesprochene Laubholzböden sein mußten und meist gar nicht so gering waren, oder daß andernfalls gerade hier recht schlechte Waldbilder entstanden, die den Mittelwald vielfach in Mißkredit brachten.

So hielt ihn G. L. Hartig mehr für eine Mißwirtschaftsform des Hochwaldes als für eine selbständige Form mit voller Berechtigung, und auch v. Burgsdorf verwarf ihn schon um 1800 grundsätzlich, während andere zu gleicher Zeit und später noch warm für ihn eintraten, z. B. Gwinner, L. Dengler¹, Pfeil² und besonders auch Gayer³.

Jedenfalls verschärften sich auf ungünstigeren Standorten die Schwierigkeiten derart, daß dort sein Rückgang schon sehr frühe eingetreten ist.

Klimatisch kommen nur die wärmeren und frischeren Gebiete des westlichen und südlichen Deutschlands in Betracht. Östlich der Elbe hat er sich von je fast nur auf die besten Böden in den Flußbauengebieten beschränkt.

Holzarten des Mittelwaldes. Die Zahl der Holzarten, die in ihm vorkommen, ist außerordentlich groß, ja sozusagen fast unbeschränkt. Er ist durch die verschiedenen Bedingungen für Ober- und Unterholz von vornherein geradezu der gegebene Mischwald. Für das Oberholz sind am besten geeignet alle Arten, die nicht zuviel Schatten werfen, raschwüchsig sind und gutes Nutzholz liefern. Das sind im allgemeinen beide Eichen (im Auewald Stieleiche, im Bergwald Traubeneiche; doch findet sich hier vielfach auch erstere durch künstliche Einpflanzung verschleppt). Außerdem sind geeignet Pappeln, Birke, Esche, Ulmen, Ahorne, Kirsche, von Nadelhölzern Lärche und Kiefer. Doch sind in der Praxis auch Rotbuche, Fichte und Tanne öfter mit herangezogen, ja, es hat gerade in Westdeutschland oft überwiegende Oberholzbildung durch die Buche stattgefunden, nicht zum Besten des ganzen Betriebes.

Für die Auswahl des Unterholzes sind ganz andere, z. T. geradezu entgegengesetzte Gesichtspunkte entscheidend: Schattenertragnis, gute Ausschlagsfähigkeit, hohe Brennholzgüte. Danach stehen in erster Linie: Hainbuche, Kastanie, auch Ulmen, Eschen und Ahorne. Minder günstig ist auch hier die Rotbuche wegen ihrer geringeren Ausschlagsfähigkeit, die jedoch bei den meist niedrigen Umtrieben nicht allzu schwer ins Gewicht fällt, so daß man sie doch recht häufig im Unterholz fand. Wegen ihrer geringen Brennkraft weniger geschätzt sind Linde, Hasel und Erle, und am wenigsten geeignet wegen ihres Lichtbedarfs Birke, Pappel u. a.

Verhältnis von Oberholz zu Unterholz. Von ganz überragender Bedeutung war von jeher im Mittelwald die Bestimmung des Mengenverhältnisses und der Stellung des Oberholzschrims, der je nach den Holzarten und den allgemeinen Wirtschaftszielen wechseln mußte und frühzeitig die Aufmerksamkeit auf Lichtbedürfnis und Schattenfestigkeit der einzelnen Arten, auf Schirmdruck, Kronenform, Hiebsreife und Lichtungszuwachs hinlenkte. Der Mittelwald ist damit geradezu zur Schule des Waldbaues in diesen wichtigen Grundfragen geworden.

Schon früh war man dazu gekommen, in den jüngeren Oberholzklassen mehr Stämme zu belassen als in den älteren, da bei jedem Abtrieb des Schlagholzes nicht nur die älteste, hiebsreife Klasse entnommen, sondern auch die jüngeren Stufen auf schlechtformige, kranke oder sonst ungeeignete Stämme hin durch-

¹ Waldbau, S. 212ff. Stuttgart 1858.

² Pfeil: Krit. Blätter Bd. 25, S. 95.

³ Gayer, K.: Waldbau, S. 206. 1880.

hauen wurden, und weil bei diesem Oberholzhieb natürlich auch mancher an sich geeignete Stamm durch Fällung beschädigt und mit weggenommen werden mußte.

Man ist schließlich sogar so weit gegangen, ein bestimmtes Zahlenverhältnis der einzelnen Klassen in einer je nach Stufenzahl mehr oder weniger abfallenden Reihe als Regel aufzustellen. Z. B. bei 6 Stufen 20 : 12 : 3 : 2 : 1 : 1; bei 4 Stufen 24 : 15 : 5 : 2 usw.

Ebenso hat man auch ein bestimmtes Schirmflächenverhältnis der einzelnen Klassen berechnen wollen. L. Dengler hat dies wohl mit Recht als Künstelei bespöttelt und als eine für die freie Entscheidung von Fall zu Fall ganz unmögliche Einengung bezeichnet. Er sagt: „Die mehr der praktischen Richtung angehörigen Forstschriftsteller haben bis jetzt diese Schirmflächenberechnungen mit etwas saurem Gesicht gebracht, und dabei jeweils am Schluß unter der Hand zu verstehen gegeben, daß sie selbst nicht viel darauf hielten, wir für unseren Teil wollen dem Ding aber ein Ende machen, indem wir erklären: daß wir sie für ganz und gar wertlos halten, selbst wenn sie nur zur Versinnlichung dienen sollen.“ Ein kräftiges Wort, das den jahrhundertalten Gegensatz zwischen den übertrieben mathematisch und den mehr praktisch eingestellten Forstleuten, zwischen Kameralisten und Holzgerechten auch hierbei beleuchtet!

Auch die gleichmäßige Stellung des Oberholzes über die ganze Fläche hin war eine oft undurchführbare Forderung. Die vielseitige Zusammensetzung des Oberholzes aus Holzarten mit verschiedener Hiebsreife, die unvermeidlichen Zufälligkeiten durch Gesundheitszustand, Fällungsbeschädigungen u. a. m. hätten hier der Norm zuliebe nur zu Zuwachsopfern geführt, die den Wirtschaftszielen zuwider liefen. Auch hiergegen hat sich L. Dengler a. a. O. in höchst lesenswerten, durchaus neuzeitlich anmutenden Ausführungen gewendet. Man ist dann vielfach in späterer Zeit mit Rücksicht auf die Nutzholzgüte (Astreinheit) des Oberholzes allgemein zur gruppenweisen oder sogar horstweisen Stellung übergegangen, so daß man schließlich bis zu der Anschauung gelangte: „Die Signatur des Mittelwaldes ist die Gruppe¹.“ Damit war aber schon eine Abkehr vom eigentlichen Mittelwald angebahnt!

Je nach der Menge und Stellung des Oberholzes schied sich der Mittelwald in drei Hauptgruppen:

1. Den oberholzarmen oder niederwaldartigen Mittelwald (mit einem Oberholzvorrat von meist unter 100 fm je Hektar². Hier lag der Nachdruck auf der Unterholzstufe. Man verlängerte meist die Umtriebszeit für diese, um wenigstens hierdurch etwas stärkeres Holz zu erzielen. Da aber die Ausschlagsfähigkeit hierbei vielfach litt, so blieben die Erfolge bald hinter den Erwartungen zurück. Diese Form wurde meist bald wieder verlassen oder auf die geringsten Böden beschränkt.

2. Der normale Mittelwald (mit etwa 100—200 fm Oberholzvorrat). Hier ruhte das Schwergewicht auf beiden Stufen etwa gleichmäßig. Der Umtrieb ist kürzer, etwa zwischen 10—20 Jahren liegend.

3. Der oberholzreiche oder hochwaldartige Mittelwald (mit über 200 fm Oberholz, in Einzelfällen sogar bis zu 400 fm und darüber). Hier sinkt das Schlagholz mehr und mehr in die Rolle des Bodenschutzholzes zurück, und der Betrieb nimmt hochwaldartigen Charakter an, ja er ist meist nur die Einleitung des Übergangs zu diesem.

Hiebsführung und Verjüngung. Die Hiebsführung im Unterholz richtet sich ganz nach den beim Ausschlagbetrieb im allgemeinen gegebenen Regeln. Meist wird das Schlagholz zuerst abgetrieben, weil man danach das Oberholz nicht nur besser auszeichnen kann, sondern auch die Fällung erleichtert wird. Bei dem Schlagholzabtrieb werden zunächst die Laßreitell sorgfältig ausgesucht und übergehalten, immer in größerer Zahl, als man schließlich stehenlassen will, da man stets mit Fällungsschäden und sonstigem Abgang zu rechnen hat.

¹ Vgl. Hamm: a. a. O., S. 236.

² Auch gemischte Stangenholzwirtschaft genannt.

Danach beginnt die Auszeichnung im Oberholz, am besten in mehrmaligem Gange. Zunächst werden die kranken und fehlerhaften Stämme aller Klassen entnommen, dann erst die hiebsreifen der ältesten Klassen, und erst danach findet eine etwa noch notwendige Regelung der Schirmstellung über die ganze Fläche hin statt. Die Fällung hat natürlich mit größter Vorsicht und nötigenfalls nach Entastung oder Entwipfelung (Aufpolderung) besonders schwer- und breitkroniger Stämme zu geschehen. Bei Auszeichnung und Aushieb muß bedacht werden, daß man 15—20 Jahre hindurch nicht mehr an den Oberbestand heran kann. Ein Nachhieb im ersten Jahre ist allenfalls noch möglich, aber besser zu vermeiden, da die jungen Ausschläge des Schlagholzes immer darunter leiden. Im allgemeinen ist es immer besser, den Schlag gleich „fertigzumachen“.

Gleichzeitig mit dem Hiebe sind notwendige Ergänzungskulturen für das Schlagholz wie für den Oberbestand auszuführen. Im allgemeinen ist auch hier die Pflanzung wie beim Niederwald vorzuziehen, doch findet sich bei geeigneten Holzarten im Oberholz ein nicht selten ziemlich reichlicher Naturanflug ein, z. B. von Esche, Ahorn, Birke u. a., was gerade ein besonderer Vorzug des Mittelwaldes vor dem Niederwald ist.

Zur Pflege des Oberholzes wird im allgemeinen die Aufästung bis zu einer gewissen Schafthöhe empfohlen. Manche Mittelwaldpraktiker, wie z. B. Brecher, warnen jedoch sehr davor, namentlich vor der Abnahme stärkerer, über daunen-dicker Äste und vor der Ästung dicht am Stamm überhaupt, weil dies bei dem saftreichen Holz erfahrungsgemäß trotz Teerens zu vielen Faulstellen und Entwertung des Nutzholzstückes geführt habe. Er will deshalb lieber einen so langen Aststummel stehenlassen, daß einige kleine Seitenzweige ihn notdürftig am Leben halten, worauf dann wenigstens gesundes Einwachsen erfolge. Diese Befürchtungen scheinen aber übertrieben und die schlechten Erfahrungen sind wohl auf unrichtige Ausführung oder Entastungen zu falscher Zeit zurückzuführen (vgl. S. 465 bei Aufästung). (Für schwache, durch Wind, Schnee u. dgl. übergebogene Stangen wurde sogar Aufrichten und Befestigen mit Draht und Holzpflocken empfohlen.) Gräserei und Weide sind natürlich ebenso schädlich oder noch schädlicher wie im Niederwald.

Über den Zuwachs, die Massenleistung und die Reinerträge liegen viele und höchst interessante, aber bei der Verschiedenheit der Verhältnisse naturgemäß weit auseinandergelagerte Untersuchungen vor, u. a. von Endres, Schuberger, Kraft, Weise u. a.¹ Am wichtigsten sind vielleicht die vieljährigen statistischen Nachweise Lauprechts (s. o.) aus dem uralten Mittelwald der Stadt Mühlhausen i. Thür. Danach liegen die Zuwachsleistungen in allen mittleren und günstigen Fällen sicher nicht unter dem vergleichsfähiger Hochwaldbestände, sondern vielfach erheblich höher (5—9 fm je Jahr und Hektar). (In Durlach betrug nach Zircher der Durchschnittszuwachs sogar bis 20 fm!)

Die Reinerträge betragen in Mühlhausen 1900—04 = 56,60 M. je Hektar, im preußischen Revier Zöckeritz 1881—85 = 54,88 M. gegen 58,06 M. im dortigen Hochwalde, in Schkeuditz sogar 78,60 M. nach Danckelmann!

Wenn man trotzdem mehr und mehr, in Preußen auch in den vorgenannten günstigen Auemittelwäldern, ganz zum Hochwaldbetrieb übergegangen ist, so kommt das daher, daß die Verhältnisse sich eben mehr und mehr zugunsten einer vollen Nutzholzwirtschaft geändert haben. Der immer ziemlich große Reisiganteil an den oben angegebenen Holztragszahlen, die Kurzschäftigkeit der Oberholzstämme und ihre sehr viel größere Abholzigkeit u. a. m. trieben die Mittelwaldwirtschaft ganz von selbst zur oberholzreichen Form und zur gruppen-

¹ Literaturnachweise hierüber bei Brecher, Hamm, sowie in den Waldbaulehrbüchern von Heyer-Heß und Bühler.

und horstweisen Wirtschaft. Damit verschwand das Unterholz von selbst und mit ihm dann auch der Mittelwald selbst.

Heute finden wir aber noch immer z. T. recht schöne Mittelwaldbilder im kleinen Gemeindebesitz auch des preußischen Westens. Ich habe selbst in der Oberförsterei Reinhausen bei Göttingen eine Anzahl solcher zu bewirtschaften gehabt und kann nur bestätigen, was alle alten Anhänger dieser Betriebsform betonen, daß die waldbauliche Tätigkeit darin wohl schwierig, aber auch äußerst lehrreich und reizvoll ist. Man sollte nicht ohne zwingenden Grund diese letzten Reste einer so altehrwürdigen und aufs feinste reagierenden Waldform von der Bildfläche verschwinden lassen, sondern im Gegenteil für ihre sach- und fachgemäße Erhaltung sorgen!

Zusammenfassende Würdigung des Mittelwaldbetriebes. Der Mittelwaldbetrieb ist eine fast eben so alte Betriebsform wie der Niederwald. Er hat sich aber im Gegensatz zu diesem bis zu einem hohen Grad waldbaulicher Technik entwickelt und hierbei die Lösung der schwierigsten Fragen in Angriff genommen.

Er verlangt zur vollendeten Durchführung nicht nur ein geschultes Personal, sondern sogar ein hohes Maß von Geschick und waldbaulichem Verständnis.

Die Inanspruchnahme der Bodenkraft ist zwar infolge der starken Reiserzeugung auch in ihm eine große, immerhin aber doch geringer als beim Niederwald. Außerdem wirkt er pfleglich durch die dauernde Beschirmung des Bodens.

Die Holzerzeugung auf der Flächeneinheit ist bei geeigneten Böden und guter Wirtschaft sehr hoch und meist größer als im vergleichbaren Hochwaldbestand. Der Anfall an Derbholz und Nutzholz aber ist naturgemäß nur gering.

In der Erzeugung verschiedenartiger Sortimenten steht der Mittelwald mit an erster Stelle. Er besitzt auch ein hohes Maß von Anpassungsfähigkeit an die wechselnden Bedürfnisse der Wirtschaft und des Marktes.

Er stellt sich wegen dieser Verhältnisse und wegen der mäßigen Ansprüche an die Höhe seines Vorratskapitals als eine besonders geeignete Wirtschaftsform für den kleinen Waldbesitz dar.

Er ist im Gegensatz zum Niederwald und teilweise auch zum Hochwald die gegebene Mischwaldbetriebsform. Er ist wegen seines ganzen Aufbaus eine sehr verwickelte und aufs feinste reagierende Waldform. Wirtschaftliche Mißgriffe wirken sich daher auch scharf aus.

Bei steigenden Nutzholzanforderungen führt er mehr und mehr zur hochwaldartigen Wirtschaft, zum Widerspruch mit seinen eigentlichen Grundsätzen und damit zur inneren Auflösung. An diesem Problem ist er in der Hauptsache im großen Betriebe gescheitert!

Die Umwandlung von Nieder- und Mittelwald in Hochwald¹.

Die Umwandlung von Nieder- oder Mittelwald in Hochwald ist in der Wirtschaft der abgelaufenen letzten Jahrzehnte ein häufig vorkommender Fall gewesen. Sie ist daher sowohl in den älteren Waldbaulehrbüchern wie in Einzeldarstellungen der forstlichen Zeitschriften ein sehr eingehend erörtertes

¹ Hauptsächlichste Literatur: Die entsprechenden Abschnitte in den Schriften von Hamm, Brecher (vgl. S. 485) und in den Waldbaulehrbüchern von Cotta, Gewinner-Dengler, Heyer-Heß, Gayer. Ferner von Einzelarbeiten: Grebe: Die Überführung des Mittelwaldes in Hochwald. Aus dem Walde 1872, S. 1; 1873, S. 1. — Böhme: Über die

Problem. Auch in Zukunft wird es wohl hier und da noch auftauchen, wenn es auch für den Großwaldbesitz mit der meist schon vollzogenen Umwandlung seine Bedeutung verloren hat.

Der umgekehrte Fall einer Umwandlung von Hochwald in Mittel- und Niederwald wird kaum noch irgendwo vorkommen und kann hier außer Betracht bleiben.

Neben der Frage der waldbaulichen Maßregeln steht beim Übergang zum Hochwald die besonders schwierige Frage der Ertragsregelung. Da der Vorrat für den Hochwaldbetrieb meist bedeutend erhöht werden muß, muß der Abnutzungssatz entsprechend erniedrigt werden, um daraus den Mehrvorrat langsam anzusammeln. Andererseits erfordern die älter gewordenen Stockausschläge und im Mittelwald auch die älteren Oberholzklassen wegen ihrer Hiebsreife die baldige Abnutzung. Die Wirtschaftseinrichtung hat daher zunächst fast immer einen geschickten Ausgleich zwischen diesen beiden Aufgaben zu suchen, indem sehr sorgfältig nur das Notwendigste zum Hiebe gestellt wird, andererseits alles noch Zuwachskräftige gehalten und durch intensive Bestandespflege, Hochdurchforstung, Plenterdurchforstung, Lichtungshiebe möglichst in der Zuwachsleistung und Vorratsaufspeicherung gefördert wird. Es ist selbstverständlich, daß auch alle Kernwüchse jetzt möglichst erhalten und die Stockausschläge zurückgedrängt werden müssen.

Es empfiehlt sich häufig, die Umwandlung erst auf einem Teil der Betriebsfläche vorzunehmen und den Umtrieb für den neuen Hochwald anfänglich möglichst niedrig anzusetzen, damit die Erniedrigung des Abnutzungssatzes nicht zu fühlbar wird. Am besten helfen hier aber immer die Durchforstungserträge in den dichten Stockauschlagbeständen, die bei gehöriger Anspannung den Ausfall in der Hauptnutzung oft zu decken vermögen.

Im Niederwald läßt man die Bestände zunächst hoch wachsen und setzt dann möglichst erst in einem so hohen Alter, daß ein allzu reicher und kräftiger Stockauschlag sich nicht mehr einfindet, mit Lichtungshieben ein, die einen so lockeren Schirmstand herbeiführen, daß darunter die künstliche Kernwuchsbegründung durch Saat oder Pflanzung stattfinden kann. Neben den anzuziehenden Hauptholzarten, meist wohl Rotbuche und Eiche, ist gleich von vornherein auf eine reichliche Einsprengung raschwüchsiger und früh Nutzholz liefernder Holzarten Bedacht zu nehmen (Lärche, Weimutskiefer, Douglasie, Fichte u. a.).

Im Mittelwald wird man bei geeigneten Holzarten im Oberstand auch oft die natürliche Verjüngung bei diesen anwenden können, namentlich bei Zuhilfenahme der Stockrodung. Andererseits kann man auch durch reichliche Belassung von Kernwuchslaßreiteln aus diesen und den jüngeren Oberholzklassen durch allmählichen und vorsichtigen Auszug der stärkeren Oberhölzer die Hochwaldbestände heraufziehen. Am besten geht beides nebeneinander her, um damit gleich eine Anbahnung der Altersklassenverschiedenheit zu erreichen. Man wird hier jede Möglichkeit, auch auf kleinster Fläche, mitnehmen und benützen müssen und überhaupt nicht großflächenweise, sondern auch viel mit Gruppen und

Überführung des Mittelwaldes in Hochwald. Forstwiss. Zbl. 1885, S. 332. — Brauns: Die Überführung des Mittelwaldes in Hochwald in der Oberförsterei Bischofrode. Z. f. Forst- u. Jagdwes. 1903, S. 530. — Fischbach, v.: Überführung des Eichenschälwaldes zu rentableren Betrieben. Forstwiss. Zbl. 1898, S. 333. — Jäger: Vom Mittelwald zum Hochwald. Frankfurt a. M. 1889. — Emmelhainz: Umwandlung des nassauischen Niederwaldes. Z. f. Forst- u. Jagdwes. 1902, S. 523; 1903, S. 619. — Kruhoffer: Die Überführung vom Niederwald in Hochwald. Silva 1909, S. 681. — Kirchgeßner: Niederwaldumwandlung. Forstwiss. Zbl. 1910, S. 211. — Ferner die Versammlungsberichte d. sächs. Forstver. 1882, d. dtsh. Forstversammlung Metz 1893, Bad. Forstver. 1899, Thür. Forstver. 1909, Dtsch. Forstver. 1902 u. 1907.

Horsten arbeiten müssen. Der Übergang wird sich daher auch mehr in den Formen des ungleichaltrigen und mehrstufigen Bestandes zu vollziehen haben. Auch die Belassung von Überhältern gehört hierher. In Einzelheiten muß auf die oben angeführte reiche Literatur verwiesen werden.

20. Kapitel. Der Hochwald und seine besonderen Formen.

Einteilung und Übersicht. Der Hochwald ist die alleinige Waldform der Natur. Nieder- und Mittelwald sind lediglich durch die Wirtschaft geschaffene Formen. Der Hochwald ist aber auch die weitverbreitetste Waldform. Gerade er hat mit zunehmender Entwicklung der waldbaulichen Technik außerordentlich viele und verschiedene Unterformen angenommen. In der Praxis gehen diese vielfach ineinander über, aber ihre grundlegenden Aufbauhinien sind in ihrer Wirkung so verschieden, daß eine klare theoretische Trennung von großer Wichtigkeit ist. Mit Recht hat man sich daher gerade in letzter Zeit bemüht, hier fest umrissene Bilder dieser Formen zu schaffen und eine klare Einteilung zu finden¹.

Gayer war wohl der erste, der eine Übersicht zu geben versuchte, die sich aber im wesentlichen nur auf das Altersklassenverhältnis im Bestande gründete: Gleichaltrige, vorübergehend bzw. dauernd ungleichaltrige Formen, solche mit nur zwei oder mehr Altersstufen usw. Gayer nahm also nur die Bestockungsform zum Einteilungsgrund, die Flächenform berücksichtigte er noch gar nicht.

Eine wesentliche Erweiterung und Verfeinerung erfuhr die Gayersche Einteilung dann durch Wappes, der die Art des Eingriffs (Hiebsform) und andererseits Ort, Flächenumfang und Aufeinanderfolge des Eingriffs (Schlagform) als Einteilungsgründe vorschlug. Noch weiter ausgearbeitet wurde schließlich diese Einteilung von Chr. Wagner, der insbesondere die Hiebs- und Schlagformen selbst noch schärfer bestimmte. Andere haben mehr den biologischen Gesichtspunkt der Verjüngungsart (entweder aus dem Bestandesinnern heraus oder von außen, vom Rande her) in den Vordergrund stellen wollen. Mir erscheint am klarsten und für Lehrzwecke am geeignetsten die Gliederung nach Hiebsart und Schlagform. Sie entspricht auch am besten dem hier immer wieder vertretenen Gedanken, daß der Wald als ein Bauwerk aufzufassen ist, dessen Formen durch Aufriß und Grundriß gegeben werden. Die Hiebsart bestimmt dabei zum größten Teil den Aufriß, die Schlagform den Grundriß. Freilich kommt überall noch ein dritter Umstand hinzu, das ist die räumliche und zeitliche Aufeinanderfolge der Hiebe. Man kommt zu einem anderen Waldaufbau im ganzen, wenn man schmale Kahlhiebe Jahr für Jahr aneinanderreicht, oder wenn man sie weit auseinanderlegt und nur alle 5 oder 10 Jahre wiederkommt. Da im allgemeinen aber der mehr oder minder stetige Fortschritt doch die Regel ist und weit auseinanderliegende Sprünge beim Hiebsfortschritt seltener sind, so werden wir diese Verschiedenheiten nur als Unterteilungsgrund anzunehmen brauchen und die sprungweisen Formen als Sonderfälle behandeln können.

An Hiebsarten sind dreierlei Formen zu unterscheiden:

1. Der Kahlhieb, der auf der ganzen in Verjüngung zu nehmenden Fläche alle Bäume mit einem Male entnimmt und volles Licht gibt.

¹ Gayer: Waldbau bei „Charakteristik der verschiedenen Bestandesformen“ S. 156, 1884. — Wappes: Über das Prinzip und die Anwendbarkeit des Femelschlagverfahrens. Zbl. f. d. ges. Forstwes. 1904, S. 389 unten. — Wagner, C.: Die Grundlagen der räumlichen Ordnung im Walde, S. 105. 1911. — Aufbau forstlicher Betriebssysteme. Forstwiss. Zbl. 1913, S. 226. — Fabricius: Zur Abwehr. Ebenda 1921, S. 401. — Seeholzer: Saumfemelschlag und Blendersaumschlag. Ebenda 1922, S. 125. — Wimmer: Der Bestandesbegriff im Waldbau. Ebenda 1922, S. 371.

2. Der Schirmhieb, der nur einen Teil der Stämme, aber in möglichst gleicher Verteilung entnimmt, so daß ein gleichmäßig durchbrochenes Licht geschaffen wird. Dieses soll ein gleichmäßiges Ankommen und Aufwachsen der Verjüngung auf der ganzen Fläche bewirken.

3. Der Plenter- oder Femelhieb, der ebenfalls nur einen Teil der Stämme, aber in bewußt ungleichmäßiger Weise entnimmt und hier mehr, dort weniger Licht gibt. Daher wird auch eine ungleichmäßige Verjüngung bewirkt.

Die Schlagformen sind nach unserer schon eingangs gegebenen Einteilung der Bestandesarten zu gliedern in:

1. Gruppen, 2. Schmalstreifen bzw. Säume (Zwergflächencharakter):
3. Horste, 4. Breitstreifen (Kleinflächencharakter):
5. Großflächen, wobei es auf die Form nicht weiter ankommt.

Wenn zwischen allen Hiebsarten und Schlagformen Verbindungen möglich wären und praktisch vorkämen, so würden sich 15 Grundformen für den Aufbau des Hochwaldes ergeben. Das ist nun aber nicht in vollem Umfang der Fall. Die Hiebsart des Schirmhiebs geht auf Zwergflächen mehr und mehr in die des Plenterhiebs über, weil die Nachbarwirkungen vom unangegriffenen Bestand hinzutreten und daher auch bei gleichmäßiger Stammentnahme auf der Schlagfläche selbst ungleiche Lichtverhältnisse und ungleiches Ankommen der Verjüngung schaffen. Bei sehr kleinen Flächenformen lassen sich daher diese beiden Hiebsarten nicht mehr deutlich voneinander trennen, ja sogar der Kahlhieb wirkt hier z. B. in kleinen Gruppen schon kaum noch als solcher, sondern eher plenterartig. (Schließlich ist ja letzten Endes jede Einzelstammentnahme auch ein Kahlhieb auf kleinster Fläche!)

So verringert sich also die Zahl der theoretisch denkbaren Formen erheblich. Manche anderen, an sich möglichen kommen außerdem in der Praxis nicht oder nur selten vor. Auf der anderen Seite vermehrt sich die Zahl der Formen wieder durch räumliche Verbindung oder zeitliche Aufeinanderfolge zweier verschiedener Hiebsarten oder Schlagformen, z. B. anfangs gruppenweiser Plenterhieb, später in streifenweisen Schirm- oder Kahlhieb übergehend (sog. kombinierte Verfahren). Wir werden bei unserer Betrachtung auch nicht den schematischen Weg nach den obigen Einteilungsgründen gehen, sondern zunächst die in der Praxis gebräuchlichsten Formen in der Reihenfolge von den einfacheren zu den verwickelteren betrachten und ihnen jedesmal die nahestehenden selteneren Formen und Abarten angliedern.

1. Der Kahlschlagbetrieb auf großer Fläche und seine Nebenformen.

Geschichtliches. Der Großkahlschlag ist geschichtlich als Reform gegen den Zustand der Waldverwüstung entstanden, der nach alten Überlieferungen sich vom 16. bis 18. Jahrhundert in den der Besiedelung und dem Verkehr näher gelegenen deutschen Waldungen überall eingestellt hatte, weil die Verjüngung dem steigenden Holzbedarf bei dem wilden „Plätzighauen“, d. h. der unregelmäßigen Entnahme des Holzes an gerade geeigneten und bequemen Stellen, nicht mehr Schritt hielt, und die Räumden und Blößen dabei immer größer wurden. Alle Akten des 18. Jahrhunderts sind voll von diesen Klagen. Man wußte sich schließlich keinen anderen Rat mehr, als daß man das Plätzighauen verbot und die schlagweise Entnahme anordnete, die an sich ja noch nicht den Kahlhieb nach sich zu führen brauchte. Da aber der Wald zum großen Teil schon verhaun und lückig und der Boden zu verwildert war, um sich etwa unter Schirm noch natürlich zu verjüngen, so wurde doch vielfach kahl abgetrieben und aus der Hand kultiviert, meist nach Umpflügen und Eggen durch Hand- und Spanndienstpflichtige, die auch das Saatgut sammeln mußten, das oft in unglaublich großen Mengen auf die Fläche ausgestreut wurde. Es liegt wahrscheinlich hierin mit ein Grund, daß die Verjüngung auf den stark verheideten

und vergrasten Flächen überhaupt gelang, wie man das aus den lobenden Erwähnungen von „hoffnungsvollem Anwuchs“ entnehmen muß. Allerdings war man damals nicht verwöhnt, und die Anforderungen werden wohl geringer gewesen sein wie heute. In vielen Fällen hat nach dem Kahlschlag und der Stockrodung auch erst eine landwirtschaftliche Zwischennutzung stattgefunden, wie Pfeil berichtet, der in Norddeutschland nach langjährigen Erfahrungen mehr und mehr für den Kahlschlag bei der Kiefer eingetreten war, nachdem er anfänglich mehr von der Naturverjüngung unter Schirmschlag erwartet hatte¹. Tatsache ist jedenfalls, daß der Kahlschlag mit nachfolgender künstlicher Verjüngung mehr und mehr als Retter aus der Not angesehen wurde

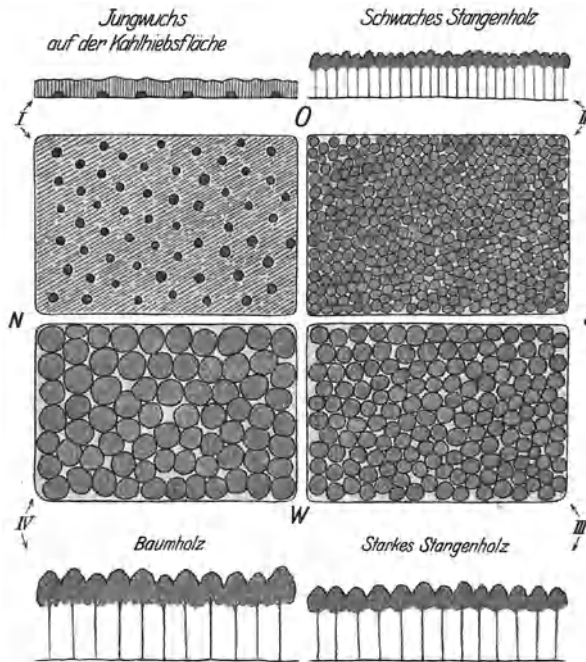


Abb. 214. Schema des Kahlschlagbetriebes.
Entworfen von Dengler.

und sich in steigendem Maße, wenigstens in den Nadelholzbeständen, und besonders bei der Kiefer im Osten, später aber auch bei der Fichte in den westlichen Gebirgen einführt. Gegen Ende des 19. Jahrhunderts trat dann wieder ein Umschwung ein, der freilich nur im Theoretischen stecken blieb und sich nicht in die große Praxis umgesetzt hat. Man sah Schäden aller Art: Insektenfraß, Sturmverheerungen, Lückigkeit der Kulturen, die im Unkraut litten u. a. m. Man schob das alles mit mehr oder minder guten Gründen auf die Methode des Kahlschlags, obwohl ja ein großer, wenn nicht der größte Teil des Waldes, noch gar nicht von ihm betroffen worden war. Führende Männer der Wissenschaft, wie Gayer, Borggreve und letztens Möller, wandten sich daher mehr oder minder scharf gegen den Kahlschlag. Die Praxis ging ihnen auch wohl hier und da nach. Versuche, anderes an seine Stelle zu setzen, wurden wiederholt gemacht, aber die Erfolge ermunterten meist nicht zur Abkehr von der alten Methode, wo sie einmal eingebürgert war. Auch der letzte Ansturm der Dauerwaldbewegung scheint nach dieser Richtung hin schon wieder abzuebben. Im großen und ganzen dürfte der Kahlschlag in der Praxis wenig an Fläche verloren haben. Zum mindesten gilt das für die großen reinen oder vorwiegenden Kiefern- und Fichtenwäldungen. Im Laubwald hatte er sich überhaupt nie stärker eingebürgert, und im gemischten Laub- und Nadelwald sowie da, wo Fichte mit Tanne oder Fichte mit Kiefer in Mischung miteinander vorkamen, sind doch neben ihm immer andere Formen erhalten geblieben.

Verfahren des Großkahlschlages. Das Vorgehen des Kahlschlages ist sehr einfach und kunstlos. Man vergleiche dazu das Schema (Abb. 214). Alle

¹ Pfeil: Das forstliche Verhalten der deutschen Waldbäume, S. 228. 1829; Krit. Blätter Bd. 7, S. 74; Bd. 27, S. 252.

und sich in steigendem Maße, wenigstens in den Nadelholzbeständen, und besonders bei der Kiefer im Osten, später aber auch bei der Fichte in den westlichen Gebirgen einführt. Gegen Ende des 19. Jahrhunderts trat dann wieder ein Umschwung ein, der freilich nur im Theoretischen stecken blieb und sich nicht in die große Praxis umgesetzt hat. Man sah Schäden aller Art: Insektenfraß, Sturmverheerungen, Lückigkeit der Kulturen, die im Unkraut litten u. a. m. Man schob das alles mit mehr oder minder guten Gründen auf die Methode des Kahlschlags, obwohl ja ein großer, wenn nicht der größte Teil des Waldes, noch gar nicht von ihm betroffen worden war. Führende Männer der Wissenschaft, wie Gayer, Borggreve und letztens Möller, wandten sich daher mehr oder

Teile zeigen in sich volle Gleichartigkeit in Grundriß und Aufriß. Die ältesten Bestände werden herausgesucht, abgegrenzt und zur demnächstigen Abnutzung und Verjüngung in der nächsten Wirtschaftsperiode (10 oder 20 Jahre) bestimmt. Wenn man auch größere Flächen wohl niemals mit einem Male kahlgehauen und verjüngt hat, so ist doch selbst eine Verteilung der Schläge auf 10 oder 20 Jahre nicht imstande, innerhalb der einzelnen Wirtschaftsfigur eine dauernde Ungleichstufigkeit zu erzielen. Nur im Jugendabschnitt ist allenfalls eine Abstufung von der 20jährigen Dichtung bis zur einjährigen Kultur vorhanden, die sich aber schon im Stangenholzalter wieder ausgleicht und im Altholz völlig verschwindet.

Hierin liegt übrigens zweifellos eine gewisse Schwäche. Man wird nach 100—120 Jahren die etwas älteren Bestandesteile innerhalb der Wirtschaftsfigur nach dem bloßen Augenmaß oft nicht von den jüngeren unterscheiden können, und es kann dann sehr leicht das jüngere Holz vor dem älteren zum Abtrieb kommen, wenn man nicht gerade wieder in der alten Reihenfolge haut wie vor 100 Jahren. Ein Teil wird dann zu früh, der andere zu spät genutzt werden.

Für die Schlagfolge ist im allgemeinen bei der Fichte immer die Sturmgefahr entscheidend gewesen. Der Anhieb erfolgte daher, von lokalen Abweichungen der Windrichtung abgesehen, meistens von Osten her und ist gegen Westen weitergeführt worden. Auch bei der Kiefer und gelegentlich auch bei anderen Holzarten ist diese Hiebsfolge von Ost nach West sehr beliebt und verbreitet gewesen. Erst in neuerer Zeit hat man offenbar unter dem Einfluß der sehr eindringlichen Ausführungen Chr. Wagners¹ über die Feuchtigkeitsverhältnisse an den verschiedenen Bestandesrändern besonders bei der Kiefer den trockneren Ostrand mehr verlassen und den Anhieb von Norden her vorgenommen, da dieser Rand mehr Niederschläge bekommt und besseren Sonnenschutz genießt. Freilich kann dieser Vorteil nach den Beobachtungen und Untersuchungen von Wiedemann auf frischeren Böden auch leicht ins Gegenteil umschlagen, insofern manchmal die Unkräuter hiervon größeren Nutzen ziehen als die Holzpflanzen², und Schattendruck und erhöhte Schüttegefahr die Kiefer auf den Nordrandstreifen nachweisbar stark im Wuchs beeinträchtigen. Auf trockneren Böden mit geringem Unkrautwuchs liegen die Verhältnisse für den Nordrand aber wohl günstiger.

Form und Größe der Schlagflächen haben beim Kahlschlag in recht weiten Grenzen geschwankt. Vielfach boten kleinere Wirtschaftsabteilungen Gelegenheit zum Abtrieb im ganzen. Ebenso bedingten besonders stark verlichtete Teile oder flächenweise Altersunterschiede manchmal die Größe und Form der Jahresschlagfläche. Bei einigermaßen gleichliegenden Verhältnissen hat man aber immer gern die Form langer, geradlinig abgegrenzter Streifen gewählt, da diese die Aufmessung und Abfuhr des Holzes erleichtern und auch bei der Bearbeitung des Bodens mit bespannten Geräten den Vorteil des selteneren Umwendens bieten.

Die Breite der Streifen ist im Fichtengebiet, besonders in Sachsen, oft recht schmal, 10—20 m, und trägt dadurch zunächst oft Kleinflächencharakter. Wo aber eine rasche Aneinanderreihung der Schläge stattfindet, verwischt sich dieser mehr und mehr, und die auf solche Weise entstandenen Bestände tragen meist schon vom Stangenholzalter an durchaus wieder den Charakter der Großflächen. In der Kiefernwirtschaft des Ostens betragen die Schlagbreiten meist 50—60 m. Erst neuerdings hat man auch hier mit schmaleren Schlägen von 20—30 m Breite gearbeitet, gegen die Wiedemann³ aber ebenso wie gegen den Nordsaum unter gewissen Verhältnissen den Einwand zu starker Beeinträchtigung

¹ Wagner, Chr.: Die räumliche Ordnung im Walde, S. 135ff. 1911.

² Wiedemann: Die zweckmäßige Breite der Kahlschläge im Kiefernwald. Z. f. Forst- u. Jagdwes. 1926, S. 333.

³ a. a. O.

durch die Randwirkung des Altbestandes erhebt. Er verweist hierbei u. a. auch auf die Urteile erfahrener Kiefernwirtschaftler, z. B. von Pfeil, der den zu großen Schlägen auf trocknen Böden zwar auch nicht das Wort reden wollte, „aber gewiß sind sie für die Kiefer zuletzt weniger verderblich als schmale Schlagstreifen. Das Bessere bleibt übrigens immer die goldene Mittelstraße!¹“



Abb. 215. Lochweiser Kahlschlag in Kiefern mit nachfolgender künstlicher Kultur gegen Engerlingsgefahr (sog. Feddersensche Maikäferlöcher). Oberförsterei Freienwalde a. d. O. (Im Vordergrund ein jüngeres, im Hintergrund ein älteres Loch.) Man beachte das Abfallen der Verjüngung durch Randwirkung nach links gegen den Altbestand hin! Aufn. von F. Schwarz.

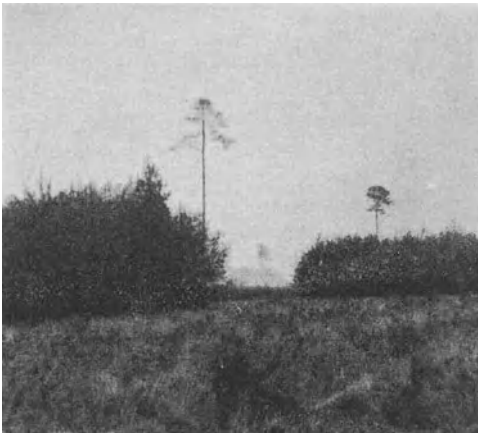


Abb. 216. Ungünstige Steilrandbildung an den vorverjüngten Feddersenschen Lochkahlschlägen (Oberförsterei Freienwalde a. d. O.). Aufn. von Dengler.

Loch- und Schachbrettschläge. Eine sehr eigenartige Kahlschlag- und Verjüngungsform hat man hauptsächlich bei der Kiefer in Ost- und Westpreußen in der Form von Schachbrett- und Lochschlägen gegen die Engerlingsgefahr angewendet (Abb. 215). Man hoffte, daß der Maikäfer auf ihnen wegen der kleineren und zersplitterten Schlagflächen nicht so leicht anfliegen und zur Eiablage schreiten würde wie auf den Großflächen. Nach den älteren Berichten² hat sich dieses Mittel auch insoweit bewährt, als die Kulturen erheblich besser gelangen und weniger Nachbesserungen erforderten. Die nachteiligen Wirkungen der vielen Ränder, welche zunächst fest liegenblieben und unter Schattendruck und Wurzelkonkurrenz des umgebenden Altholzes litten, nach Freistellung aber zu Steilrändern wurden und die Nachverjüngung auf den Zwischenstücken beeinträchtigten (Abb. 216), haben aber doch sehr bald, nachdem die größte Engerlingsgefahr erst einmal überwunden war, wieder zu größeren, streifenförmigen Schlägen geführt.

Spring- oder Wechselschläge und Schlagruhe. Die offenbare Gefährdung der Kulturen, die das Aneinanderlegen großer Flächen gerade mit Bezug auf den Maikäfer, aber auch auf den Rüsselkäfer und die Schütte mit sich brachte, suchte man später vielfach durch sog. Spring- oder Wechselschläge und die Schlagruhe zu vermeiden.

Die erstere Methode bestand darin, daß man an den ersten Anhieb zunächst keinen weiteren anreichte, sondern den nächstjährigen in eine andere Wirtschafts-

¹ Zitiert nach Wiedemann: a. a. O.

² Feddersen: Der Maikäfer und seine Bekämpfung. Z. f. Forst- u. Jagdwes. 1896, S. 265 ff.

figur legte und erst dann wieder an den alten Anhieb zurückkehrte, wenn die Kultur dort aus den Nachbesserungen und Jugendgefahren heraus war und als gesichert gelten konnte. Mit Rücksicht auf den Rüsselkäfer pflegte man aber außerdem nicht sofort nach dem Hiebe zu kultivieren, sondern wartete erst ein leichtes Eintrocknen und Verwittern der frischen Stöcke ab, die mit ihrem Harzgeruch den Käfer anlockten. Man ließ also erst eine 2—3jährige Schlagruhe eintreten. So betrug der Altersabstand der benachbarten Kulturen häufig 8—10 Jahre und mehr (vgl. Abb. 217). Auch hierbei machten sich natürlich die Randwirkungen vom Altholz her auf die Dauer vielfach ungünstig bemerkbar, ebenso aber auch eine starke Verhagerung der Altholzränder selbst von der ungedeckten Flanke der Kultur her. Besonders stark zeigte sich diese Verhagerung an den letzten schmalen Resten der Altholzstreifen, die von zwei Seiten her ungeschützt waren. Dieser Fall trat um so häufiger ein, als man wegen des langsamen Hiebsfortschrittes gezwungen war, die



Abb. 217. Streifenkahlschlag in sog. Spring- oder Wechsellagen. Nach Danckelmann. Oberförsterei Eberswalde. Im Vordergrund frische Schlagfläche, dahinter 10—12jährige Dichtung, dann über 20jähriges Stangenholz. Aufn. von Japing.

Wirtschaftsfiguren noch 1- oder 2mal aufzuteilen und doppelt anzuhausen, so daß förmliche Kulissen entstanden (vgl. Skizze Abb. 218). Eine derartige Wirtschaft war insbesondere in den Kieferngebieten des Ostens unter dem Einfluß von Danckelmann¹ in den letzten Jahrzehnten des vorigen Jahrhunderts vielfach in Gebrauch¹. Sie hat in den Eberswalder Lehrforsten den reinen Kiefernbeständen eine sehr charakteristische Gliederung gegeben.

Übrigens wurden solche Kulissenkahlschläge in schmalere Breite bei der Kiefer auch zur Erzielung von Naturanflug von der Seite her schon unter Friedrich dem Großen angeordnet, sind aber wegen der vielen Mißerfolge der Naturverjüngung rasch wieder fallen gelassen worden. Die Kulissenkahlschläge erfuhren schärfste Ablehnung und Kritik durch Borggreve², der ihnen alle Vorteile abstritt und nur Nachteile an ihnen fand. So vor allem die Druckwirkung und Wurzelkonkurrenz der langen Altholzränder auf die Jungwuchszwischenstreifen und die Verunkrautung bzw. Verhagerung der nach beiden Seiten frei gestellten Altholzstreifen. Diese Nachteile sind freilich nicht zu bestreiten, aber man darf dabei auch nicht

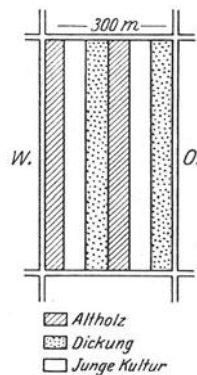


Abb. 218. Schmal-kahlschlagverfahren in Spring- oder Wechsellagen.

¹ Hollweg: Zur Schlagführung im Kiefernwalde des Reg.-Bez. Bromberg. Z. f. Forst- u. Jagdwes. 1894, S. 577. — Kulissenverjüngung im Kiefernwalde. Ebenda 1901, S. 323.

² Holzzucht, 2. Aufl., S. 200—207.

übersehen, daß sie bis zu einem gewissen Grade mit jedem Kahlhiebsverfahren auf kleiner Fläche verbunden sind, und daß man sie nur vermeiden kann, wenn man zu breiten Schlägen übergeht, wie dies auch Wiedemann in seiner oben angeführten Arbeit vorschlägt. Natürlich nähert man sich damit aber zwangsläufig auch wieder den Nachteilen der Großflächenwirtschaft überhaupt. Die richtige Abwägung von Fall zu Fall, ob die einen oder anderen Nachteile vordringlicher sind, und die schon von Pfeil empfohlene „goldene Mittelstraße“ werden hier wohl das Richtige sein und bleiben¹.

Die Schlagruhe, d. h. das Liegenlassen der Schlagfläche vor ihrer Kultur, hatte man beim Kahlschlagbetrieb hauptsächlich wegen des Rüsselkäfers, in manchen Fällen auch mit Rücksicht auf die Entwicklung des Engerlings, eingeführt. Man war dadurch z. T. bis zu 3jährigem Aussetzen der Kultur gekommen und verzichtete damit dauernd auf die Holzerzeugung eines z. T. erheblichen Teils der Revierfläche. Mit Recht ist man daher später von dieser langen Schlagruhe ganz allgemein abgegangen und hat die Rüsselkäfer- und Engerlingsgefahr auf andere Weise zu bekämpfen versucht. Das an sich erstrebenswerte Ziel ist jedenfalls die sofortige Wiederkultur im ersten Frühjahr nach dem Hiebe. Freilich gerät man vielfach dabei in Widerstreit mit der Zeit der Bodenbearbeitung. Nur bei den frühesten Vorwinterschlägen ist ein so rascher Verkauf und eine so rechtzeitige Räumung der Fläche möglich, daß die Bodenarbeit noch bei mildem Wetter im Winter ausgeführt werden kann. Bei den späteren Schlägen kommt man damit meist bis ins späte Frühjahr hinein und verliert damit die Vorteile der frühzeitigen Vorbereitung. Der einzige Ausweg, der hier bliebe, wäre der, die Bodenarbeiten schon im Herbst vor Ausführung des Schlages vorzunehmen, wofür auch Albert neuerdings vom bodenkundlichen Standpunkt sehr warm eingetreten ist (vgl. S. 373).

Wertung des Kahlschlagbetriebes. Die allgemein wirtschaftliche und die besondere waldbauliche Wertung des Kahlschlagbetriebes ist nicht nur zeitlich und örtlich sehr verschieden gewesen, sondern sie ist auch von jeher und besonders wieder in der Neuzeit stark von persönlichen Anschauungen und Neigungen beeinflusst worden. Mit Recht kann man vom Kahlschlag sagen: „Von der Parteien Gunst und Haß verwirrt, schwankt sein Charakterbild in der Geschichte!“

Unbestreitbar ist der Vorzug der Einfachheit, der Übersichtlichkeit und der leichten Ordnung des Betriebes. Wenn Wiebecke spöttelnd hierüber zu sagen pflegte: Die Übersichtlichkeit beim Kahlschlag bestehe nur darin, daß man leichter über ihn wegsehen könne, so liegt darin eine ungerechtfertigte Verkennung eines wirklichen, gar nicht zu gering zu veranschlagenden Vorzuges.

Bei den heute vielfach noch übergroßen Revieren, besonders im Osten, und bei der Überlastung der Revierverwalter mit Bureau- und Verwaltungsgeschäften bietet jede Vereinfachung und Erleichterung eine Gewähr für bessere Ausführung des technischen Betriebes, während umgekehrt für die schwierigeren Formen oft die Zeit zu sorgfältiger und gewissenhafter Durchführung der stammweisen Erntehiebe, für die Überwachung des Fällungs- und Rückebetriebes u. a. m. fehlen würde. Der mehr oder minder versteckte Vorwurf, den man hier und da erhoben hat, daß die Praxis nur aus Bequemlichkeit am Kahlschlagbetrieb festhalte, erscheint nach dieser Beziehung nicht berechtigt.

In der gleichen Richtung liegt auch der Vorteil der einfacheren Wirtschaftskontrolle, der leichteren taxatorischen Behandlung, der

¹ Vgl. dazu noch Hollweg: Kulissenverjüngung im Kiefernwalde. Z. f. Forst- u. Jagdwes. 1901, S. 323. — Zeising: Form, Größe und Aneinanderreihung der Kahlschläge in Kiefernwäldern. Verhandlungen d. märk. Forstver. 1899. — Varendorff, v.: Welchen Vorteil gewährt die jährliche Aneinanderreihung der Schläge bei Kiefernkahlschlagbetrieb. Z. f. Forst- u. Jagdwes. 1904, S. 172.

größeren Arbeitskonzentration und des größten Holzanfalls auf kleinster Fläche, was einerseits Zeit- und Arbeitersparnis, andererseits aber auch Erleichterung für den Holzabsatz und Verkauf bedeutet.

Alle Fällungs- und Rückeschäden am Jungwuchs fallen beim Kahlschlag von selbst weg. Es bedarf daher auch keiner Aufwendung von Kosten, um solche abzuwenden, wie dies die meisten anderen Verfahren erfordern.

Der schwerste Vorwurf, den man gegen ihn erhoben hat, ist der, daß er während der Jahre der Freilage, zwischen Abtrieb und wiedereintretendem Bestandesschluß, also etwa während rund 10 Jahren, den Boden verschlechtert.

Unbedingt zugeben ist die stärkere Vergrasung und Verunkrautung in dieser Zeit des vollen Lichtstandes. Das schafft gewiß verschärfte Konkurrenz für den Jungwuchs. Trotzdem ist diese oft geringer zu veranschlagen als im anderen Falle Schattendruck und Wurzelkonkurrenz durch einen Schirmbestand. Denn im Durchschnitt ist jede Verjüngung unter einem solchen einer gleichaltrigen Verjüngung im Freiland meist an Höhe und Stärke unterlegen (vgl. S. 391). Ob durch die Verunkrautung an sich eine dauernde Bodenverschlechterung herbeigeführt wird, wie das vielfach angenommen wird, ist durchaus ungewiß und wird sich sehr nach der Art des Bodens und der Bodendecke richten. Am ehesten wird man es bei Verheidung annehmen dürfen. Beerkräuter gehen in der Freilage sowieso meist zurück und weichen einer Grasflora. Gräser und Kräuter sind zwar Kulturhindernisse, bedeuten aber wohl niemals eine Verschlechterung des Bodens an sich, insbesondere nicht des Humuszustandes. Im Gegenteil weisen neuere Untersuchungen (Hesselman, Wiedemann, Wittich) darauf hin, daß hier sogar eine Verbesserung durch Stickstoffmobilisation und Erhöhung der Nitratbildung eintreten kann. Der vielfach wiederholte Vorwurf, daß der Kahlschlag das Bakterienleben im Boden schädigen oder gar vernichten müsse, der bisher ohne jede positive Unterlage erhoben wurde, erscheint heute nach den obigen Untersuchungen in seiner Verallgemeinerung unberechtigt. Man wird hier große Unterschiede zwischen den verschiedenen Standorten und Böden je nach ihrer Neigung zur Rohhumusbildung, Versäuerung, Gefahr der Dichtschlemmung u. a. m. zu machen haben.

Für eine Anzahl von Fichtenbeständen in Sachsen konnte Wiedemann¹ zwar einen Rückgang der Bonität feststellen. Aber er selbst führt diesen nur bei einem Teil der Fälle auf den Kahlschlag (Verdichtung besonders schwerer, feinerdreicher Böden) zurück. In anderen Fällen lagen offenbar andere Ursachen vor (Dürrejahre, Streunutzung, Reinbestand nach vorheriger Mischbestockung u. a. m.). Ähnliche auf meine Veranlassung bei Eberswalde ausgeführten Untersuchungen² von jungen, nach Kahlschlag entstandenen Stangenhölzern im Vergleich zu benachbarten Altbeständen haben nur in wenigen Fällen ein Sinken der Bonität, in den weit überwiegenden aber ein Gleichbleiben und sogar ein Ansteigen ergeben. Jedenfalls bieten sie keinerlei Anhalt für die Annahme eines Bonitätsrückganges nach dem Kahlschlag!

Es ist jedenfalls nicht berechtigt, eine allgemeine Verschlechterung unseres Waldzustandes gegen früher behaupten zu wollen und diese dem Kahlschlagbetrieb zuzuschreiben. Das schließt nicht aus, daß er in einzelnen Fällen solche schädlichen Wirkungen hat. Vor allem ist dies in manchen Gebirgslagen der Fall. Handgreiflich ist hier der Schaden an steilen, felsigen oder flachgründigen Hängen, wo durch die Freilage die Abwaschung der Bodenkrume befördert wird. Hier ist der Kahlschlag tatsächlich oft Verderb des Waldbodens und des Waldes überhaupt (Verkarstung!).

¹ Wiedemann: Zuwachsrückgang und Wuchsstockungen der Fichte. Tharandt 1925.

² Ausgeführt durch Forstassessor Hennecke, z. Z. noch nicht abgeschlossen und noch nicht veröffentlicht.

Ein fernerer zweifelloser Nachteil ist der, daß der Kahlschlag die frostgefährdeten Holzarten, besonders Tanne und Buche, ausschließt, und daß er daher auf weiten Flächen die Erhaltung des Mischwaldes verhindert hat. Dieser Vorwurf kann aber natürlich nur insoweit gelten, als Standorte vorliegen, die diese beiden Holzarten schon im Altholz enthalten.

Ein anderer allgemeiner Vorwurf gegen den Kahlschlag ist der, daß er die schweren Kalamitäten (Windwurf-, Käfer- und Raupenschäden) großgezchtet habe. Soweit durch ihn Reinbestände an Stelle früheren Mischwaldes getreten sind, wird dieser Vorwurf allerdings seine Berechtigung haben. Für den reinen Kiefernwald aber gilt auch das sicher in viel geringerem Grade, als allgemein angenommen wird. Ich habe schon an anderer Stelle¹ auf Grund forstgeschichtlicher Zeugnisse nachweisen können, daß wir im Osten schon bis ins 16. Jahrhundert zurück Nachrichten von vielen und großen Raupenfraßschäden in Kiefernwaldungen haben, die nach der Schilderung damals ganz ähnlichen Umfang gehabt haben müssen wie unsere neuzeitlichen Kalamitäten. Und genau dasselbe gilt z. B. auch für das alte Kieferngebiet des Nürnberger Reichswaldes im Süden, wo schon 1449/50 (!) von großen Verwüstungen durch Raupen berichtet wird, die „den Föhrenwaldungen Abstand brachten“. Man wird das große Verdammungsurteil also auch hier gerechterweise stark einschränken müssen!

Von einem ganz allgemeinen, gewissermaßen philosophischen Standpunkt aus hat Möller und mit ihm die ganze Dauerwaldbewegung den Kahlschlag grundsätzlich verworfen, weil er das Waldwesen, den Wald als Organismus, zerstöre. Wir haben schon im ersten Teil Gelegenheit genommen, diese Auffassung als biologisch unrichtig oder übertrieben nachzuweisen. Damit entfällt auch die hieran geknüpfte Folgerung.

Ich selbst habe aber schon an anderer Stelle² ausgesprochen, daß ich kein Freund des Kahlschlages bin, weil er „uns immer und überall der höchsten Kunst und reinsten Freude im Walde beraubt, mit Risser und Axt unsere Bestände zur Zeit ihrer Ernte und Wiedergeburt nach unserem Gedanken und Plan zu formen und zu modeln, weil er uns zur schlichten Handwerksarbeit zwingt, statt uns die Freude der schöpferischen Tätigkeit des Künstlers zu schenken“. Dieser Grund scheint zwar zunächst ein rein gefühlsmäßiger zu sein. Aber es liegt in ihm doch noch mehr. Denn von dem Mangel an innerer Befriedigung, an Ausschöpfung der persönlichen Gestaltungskraft gehen noch tiefere Wirkungen aus, die in der Richtung einer Abstumpfung gegen die feineren Fragen des Waldbaus, in einer Lähmung der persönlichen Tat- und Schwungkraft bei der Weiterentwicklung unseres Fachs liegen. Und das möchte ich nicht gering einschätzen! Daher rührt wohl auch letzten Endes die Abneigung der besten und feinsten Köpfe in Wissenschaft und Praxis gegen diese Betriebsform. Es ist das Schablonenhafte, das hier abstößt! Mit Recht sollen wir daher danach streben, Kunstvolleres und Besseres an seine Stelle zu setzen, soweit das geht und wirtschaftlich durchführbar ist. Aber für viele Fälle, besonders in der Kiefernwirtschaft des Ostens, haben wir eben doch nichts Sichereres und Zuverlässigeres an seine Stelle zu setzen, und es hieße, einem schönen Ideal zuliebe den Boden der Wirklichkeit und Wirtschaftlichkeit verlassen, wenn man sich hier im großen heute von der alten Methode abwenden wollte. Versuche im kleinen an allen Stellen im Walde, wo sich örtlich und zeitlich besonders günstige Gelegenheit bietet, z. B. in Beständen, wo der Kiefer oder der Fichte erhaltenswerte Mischhölzer beigegeben sind, wo sich Neigung zur Naturverjüngung zeigt oder in besonders guten Samenjahren unter

¹ Dengler: Die Hauptfragen einer neuzeitlichen Ausgestaltung unserer ostdeutschen Kiefernwirtschaft. Z. f. Forst- u. Jagdwes. 1928, S. 65ff.

² Dengler: Die Stetigkeit des Waldwesens. Silva 1928, S. 1.

Zuhilfenahme von Bodenverwundung, Streuabgabe u. dgl. sollten aber auch in allen Kahlschlagwirtschaften immer wieder und möglichst zahlreich angestellt werden. Das wird uns bei sorgfältiger Beobachtung vielleicht noch nicht ausgeschöpfte Möglichkeiten erkennen lassen, die hier vorliegen. Das wird auch dem Kahlschlagwirtschaftler jene Anregungen in der Praxis bieten und jene Vertiefung in die biologischen Eigentümlichkeiten seines Waldes bringen, die der schablonenhafte Betrieb sonst leider so sehr vermissen läßt. Wo solche Versuche vorliegen, hat jeder etwas zu zeigen. Da kann auch jedes reine Kiefernrevier ein Lehr- und Exkursionsrevier werden!

2. Der Großschirmschlagbetrieb.

Geschichtliches. Der Schirmschlag auf großer Fläche geht auch vielfach unter dem Namen Breitsamenschlag oder Dunkelschlag.

Leider ist er von C. Heyer, auch von Borggreve u. a., mit allen übrigen Naturverjüngungsverfahren zusammengefaßt und als Femelschlag bezeichnet worden, wodurch große Unklarheit und Verwirrung entstanden ist. Wie schon eingangs erwähnt, verstehen wir unter Plenter- oder Femelhieb nur eine Hiebsform mit ungleichmäßiger Lichtstellung, wie sie der Schirmschlag nicht kennt. Die Benennung Femelschlag ist also hier abzulehnen.

Der Großschirmschlagbetrieb hat sich in Deutschland hauptsächlich um die Wende des 18. zum 19. Jahrhundert entwickelt. Seine Hauptverbreitung verdankt er sicherlich dem persönlichen Einfluß G. L. Hartigs und dessen Schriften. Aber wie schon Schwappach in seinem Handbuch der Forst- und Jagdgeschichte bemerkt, hat dieser ihn durchaus nicht erfunden, sondern er hat nur die hier und da schon eingeführte Art des schirmförmigen Hiebes in bestimmten Schlägen und die damit verbundene Verjüngung durch Naturbesamung in feste Regeln zusammengefaßt und ihre Anwendung für alle Holzarten gelehrt.

Bereits die Hanau-Münzenbergsche Forstverordnung vom Jahre 1736 hatte die drei Hiebsstufen des Schirmschlages, den Samen-, Licht- und Abtriebsschlag, wenn auch nicht unter diesen Namen, deutlich herausgearbeitet. Eine Weiterbildung hat das Verfahren dann im Jahre 1785 durch v. L., den anonymen Verfasser eines Artikels in Mosers Forstarchiv, erfahren. Dieser empfahl, vor dem Samenschlag noch einen Vorbereitungshieb einzulegen und den Lichtungshieb allmählich in mehrmaliger Entnahme auszuführen. Einen wesentlichen Fortschritt brachte dann im Jahre 1792 eine weitere anonym erschienene Schrift eines gewissen C. F. W. S., „Bemerkungen über verschiedene Gegenstände der praktischen Forstwissenschaft“, die zum erstenmal den Samenschlag auf das Samenjahr selbst verlegte, während man ihn vorher ohne besondere Rücksichtnahme darauf im voraus gestellt hatte. Auch C. F. W. S. erkannte sehr richtig die in vielen Fällen nötige Vorbereitung des Bodens für das Anschlagen der Verjüngung durch einen dunklen Vorhieb und wollte eine allmähliche Lichtstellung des Jungwuchses durch mehrere Nachhiebe. Schließlich gab Fr. Sarauw, ein ehemaliger Hannoveraner, später in dänischen Diensten stehend, in seinem im Jahre 1801 erschienenen „Beytrag zur Bewirtschaftung buchener Hochwälder“ dem Großschirmschlag gewissermaßen den letzten Schliff. Er bestimmte die Größe des Schlages und der einzelnen Hiebsentnahmen nach der Verjüngungsdauer (Periodenschlag), ließ ebenfalls Vorbereitungshiebe vorausgehen und wollte den Samenschlag im Samenjahr, aber möglichst dunkel stellen. Im Jahre nach erfolgter Besamung sollte dann der später sog. Kräftigungshieb erfolgen, die Lichtungshiebe sollten je nach der Entwicklung des Jungwuchses hier stärker, dort schwächer gegriffen werden.

Demgegenüber vertrat G. L. Hartigs Lehre noch einen ziemlich rückständigen Standpunkt. Sein „dunkler oder Besamungsschlag“ ist weder ein rechter Vorbereitungs- noch ein echter Samenschlag, sondern steht zwischen beiden. Der Lichtschlag sollte offenbar noch in starkem Maße der Nachbesamung dienen. Die Vorschriften über die Stamm-entnahme wechselten sehr rasch. Anfangs war eine sehr viel lichtere Schlagstellung vorgesehen, später wurde sie mehr und mehr dunkler.

Nach G. L. Hartig und auf ihm fußend hat sich später besonders B. Borggreve in seiner Holzzucht für den Großschirmschlagbetrieb, den er Femelschlag nannte, eingesetzt. Insbesondere hat er die Theorie der Schirmstellung und der Beschirmungswirkung sehr eingehend behandelt.

Im allgemeinen hat sich der Großschirmschlag hauptsächlich bei der Buche ausgebildet. Bei der Kiefer war schon vorher in Preußen ein sehr lichter Samenschlag mit rascher Räumung in Übung gewesen, der oft mehr ein Kahlschlag mit mehr oder minder reichlichem Überhalt von Samenbäumen war, wobei durch Stockrodung, Vieheintrieb bis zum Samenabfall, hier und da auch durch Wundeggen des Bodens, der Verjüngung vorgearbeitet wurde. In den Fichtenwäldungen machte man mit dem Schirmschlag bald schlechte Erfahrungen durch häufigen Windwurf, im Gebiet der Weißtanne hat er sich in größerem Umfang wohl nie in der reinen Form eingeführt, sondern immer mehr unregelmäßigen, femelschlag- oder gar plenterartigen Charakter gehabt.

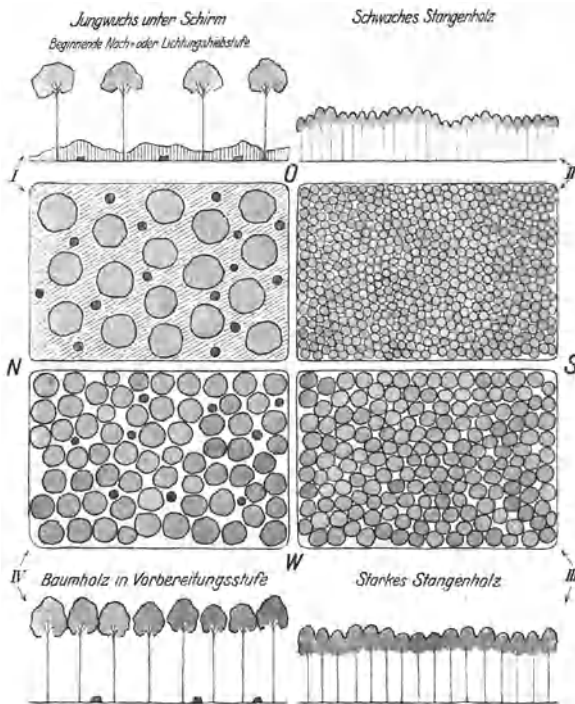


Abb. 219. Schema des Großschirmschlagbetriebes.
Entworfen von Dengler.

Verfahren. Den Aufbau des Großschirmschlagwaldes zeigt das Schema Abb. 219 in Grundriß und Aufriß. Nur während des Verjüngungszeitraumes zeigt der Wald Zweistufigkeit. Eine leichte Ungleichaltrigkeit klingt infolge der meist nicht ganz gleichzeitig ankommenden Verjüngung zwar noch im Dickungsalter nach, verliert sich aber dann wieder vollständig. Das Ideal ist immer die möglichst vollständige Verjüngung aus einem Samenjahr und auf großer Fläche. Dies ist der Hauptleitgedanke beim reinen Großschirmschlag. Durch die gleichmäßige Lichtstellung in den einzelnen Stufen des Hiebanges zielt er im wesentlichen nur auf die Bedürfnisse einer Holzart ab und führt daher mehr oder minder zum Reibestand. Dies ist auch das Ziel bei seiner Entstehung gewesen. G. L. Hartig und seine

Anhänger vertraten grundsätzlich den Gedanken des großflächenweisen Reibbestandes. Und, soweit wir das geschichtlich verfolgen können, ist auch tatsächlich der Erfolg ein dementsprechender gewesen. Insbesondere zeugen davon noch heute die großen Zusammenlagerungen gleichaltriger Buchenalthölzer aus dem Anfange des 19. Jahrhunderts, die wir besonders häufig im westdeutschen Laubwaldgebiet, aber auch anderswo vorfinden. Nach älteren Waldbeschreibungen war in ihnen vorher meist die Eiche stark als Mischholz vertreten gewesen.

Voraussetzung für den Großschirmschlag ist die gleiche Empfänglichkeit des Bodens auf großer Fläche. Nur wo diese vorhanden ist oder u. U. durch künstliche Mittel (Bodenbearbeitung) hergestellt wird, kann der Betrieb in reinster Form gelingen. Nur dem — man kann sagen glücklichen — Umstand, daß dies nicht überall der Fall gewesen ist, verdankt der im Hartigischen Verfahren behandelte Wald von damals noch die Erhaltung von Mischholz in größerem

oder geringerem Umfange. Die Notwendigkeit, Lücken und Fehlstellen auszapflanzen, wozu in älterer Zeit meist starke Eichenpflanzen, später mehr Fichten, verwendet wurden, hat das Mischholz meist künstlich in den Lichtschlag oder nach der Räumung hineingebracht.

In der weiteren praktischen Entwicklung hat der Großschirmschlag übrigens wohl überall seine reine Einstellung mehr und mehr verloren. Man hat auch da, wo man die Hauptverjüngung an sich noch von einem Hauptsamenjahr erwartete, von vornherein doch schon auf Vor- und Nachbesamung durch einzelne Sprengmasten Rücksicht genommen. Die Schlagstellung bekam dann, wenn sich teilflächen- oder horstweise Verjüngung eingestellt hatte, schon frühzeitig eine größere Ungleichmäßigkeit. Man ging auch mehr und mehr von der Inangriffnahme sehr großer, zusammenhängender Flächen ab. Besonders an Berghängen nahm man Rücksicht auf die Fäll- und Rückeschäden und begann erst im oberen Teile mit der Verjüngung. Der Großflächencharakter verlor sich hierbei mehr und mehr. Auch in bezug auf das Maß der Eingriffe ging man immer allgemeiner zu häufigeren, aber schwächeren Hieben über, so daß die verschiedenen Hiebsstufen sich nicht mehr so schroff voneinander unterschieden. Schließlich wurde unter dem Einfluß des allgemeinen Mischungsgrundsatzes durch Voranbau anderer erwünschter Holzarten oder doch durch ihren planmäßigen Mit- und Nachanbau auch künstlich auf Mischbestand hingearbeitet. Man überließ das nicht mehr einfach dem Zufall des Auftretens von Lücken in der Verjüngung. Freilich gibt es noch heute Wirtschaftler, die voll Stolz große, dichte Reinverjüngungen als Erfolg zeigen, während solche eigentlich als mißglückt zu bezeichnen sind, da oft jede Mischungsmöglichkeit ausgeschlossen erscheint! In dem Maße, in dem der Schirmschlag durch solche Verbesserungen von seiner Einseitigkeit und seinen Fehlern verlor, entfernte er sich allerdings von seinem eigentlichen Charakter.

Über die Behandlung der einzelnen Hiebsstufen und der damit fortschreitenden Verjüngung ist alles Notwendige in Kap. 9 bei dem allgemeinen Verfahren der natürlichen Verjüngung gesagt. Es braucht daher hier nur darauf hingewiesen zu werden.

Wertung. Eine zusammenfassende Bewertung ergibt etwa folgende Hauptpunkte:

Bezüglich Einfachheit, Übersichtlichkeit, Konzentration des Betriebes u. dgl. steht der Schirmschlagbetrieb zwar etwas hinter dem Kahlschlag zurück, aber er kann jedenfalls nach dieser Hinsicht noch zu den günstigen Formen gerechnet werden.

Vorwürfe wegen mangelnder Bodenpflege können bei planmäßiger und glücklicher Durchführung gegen ihn nicht erhoben werden, da der Boden dauernd gedeckt bleibt. Nur bei Mißlingen der Verjüngung und unvorsichtiger Hiebsführung stellt sich meist starke Verunkrautung ein, die mindestens ein schweres Kulturhindernis bildet. Allerdings sind solche Fälle in der Praxis nicht selten (Abb. 220).

Er hat mit allen anderen Schirmschlagformen auch die Vorteile und Nachteile der Schirmstellung für den Jungwuchs (Frostschutz einerseits, aber auch Schirmdruck und Wurzelkonkurrenz andererseits) gemeinsam.

Die Fällungs- und Rückeschäden sind wegen der Großfläche, über die das Holz herausgebracht werden muß, verhältnismäßig stärker als bei Schirmbetrieben auf kleiner Fläche, namentlich solchen mit räumlich geordneter Hiebsfolge. Bei sehr sturmgefährdeten Holzarten und Lagen ist der Großschirmschlag daher ausgeschlossen, da jeder Windwurf schwersten Schaden im Jungwuchs anrichtet.

Dem Schirmdruck auf den Jungwuchs steht der Lichtungszuwachs im Altholz während des Verjüngungszeitraumes gegenüber. Wie hier die Bilanz steht, ist unsicher und von Fall zu Fall verschieden (vgl. S. 394).

Ungünstig ist die Abhängigkeit von den Hauptsamenjahren. Sie drängt naturgemäß zur Inangriffnahme großer Flächen, vermehrt auf großen Gebieten den



Abb. 220. Typische alte Samenschlagstellung in Buche auf großer Fläche. Starke Verunkrautung trotz mäßig lichten Standes, sehr spärlicher Aufschlag (nur im Vordergrund sichtbar). Aufn. von Japing.

Holzanfall in starken Sortimenten und drückt dadurch auf die Preise. So sagt Jentsch¹ von der Buchenmast 1910: „So wunderbar es klingt, es kann, was waldbaulich ein Segen, wirtschaftlich ein Fluch werden . . . Die ersehnte Buchenmast des vorigen Jahres hat dem deutschen Walde Hunderttausende, vielleicht Millionen Minderertrag gebracht, weil der Anfall an Buchenholz aus den Samenschlägen unter der Konjunktur niedriger Preise an den Markt gebracht werden mußte.“

Der reine Großschirmschlag setzt alles auf eine Karte und bringt daher ein großes Risiko mit sich. Im Falle des Gelingens ist der Verjüngererfolg zwar groß. Meist ist damit aber dann auch der Reinbestand auf großer Fläche geschaffen. Bei Mißlingen ist die spätere Naturverjüngung meist sehr schwierig, wenn nicht unmöglich. Die Folge ist dann meist künstlicher Anbau unter erschwerten Verhältnissen, bei Buche, Eiche und Tanne meist der Ersatz durch reine Fichten- oder Kiefernbestände.

Diese Nachteile lassen sich aber abschwächen und mildern, wenn man nicht zu große Flächen nimmt, vorsichtig haut und rechtzeitig für Einbringung von Mischholz sorgt.

3. Der Femelschlagbetrieb².

Allgemeines und Geschichtliches. Nach der bereits an anderer Stelle gegebenen Begriffsbestimmung ist der Femelschlag eine Betriebsform, bei der sich

¹ Jentsch: Forstpolitische Aufgaben. Tharandter forstl. Jb. 1911, S. 96.

² Hauptsächlichste Literatur: Gayer: Der gemischte Wald, seine Begründung und Pflege, insbesondere durch Horst- und Gruppenwirtschaft. Berlin 1886. — Über den Femelschlagbetrieb und seine Ausgestaltung in Bayern. Berlin 1895. — Bericht über die 19. Versammlung dtsch. Forstm. Kassel 1890: Die wirtschaftliche und finanzielle Bedeutung des horst- und gruppenweisen Femelschlagbetriebes im Hochwald. Ref.: Braza und Eßlinger. — Bericht über die 2. Hauptversammlung dtsch. Forstver. 1901 in Regensburg: Beruht in dem Femelschlagverfahren sowie in der Kombination desselben mit dem Saumschlagverfahren das vorzüglichste Mittel, Mischbestände in sicherster und vollkommenster Weise zu erziehen? Ref.: Eßlinger und Wappes. — Mitt. a. d. Staatsforstverwaltung Bayerns 1894, H. 1: Wirtschaftsregeln für das Revier Neuessing, Waldstandsrevision im Ilzertrift-

Erntehieb und Verjüngung zwar auf einer bestimmt abgegrenzten Fläche, eben der Schlagfläche, bewegen, bei der aber der Bestand nicht gleichzeitig in gleichmäßiger Weise angegriffen wird, sondern vielmehr durch femelnde, d. h. unregelmäßige Hiebsführung während der ganzen, Jahrzehnte dauernden Verjüngungszeit in wechselnder Lichtstellung steht.

Der uralte Ausdruck „Femeln“ soll sich von femella = Weibchen herleiten und aus der Hanfzucht stammen, wo man die zuerst reifenden, vermeintlich weiblichen, in der Tat aber männlichen Pflanzen, auf den Feldern zuerst auszog und aberntete.

Der Femelschlag zeigt örtlich und zeitlich eine so außerordentliche Mannigfaltigkeit und so viele Unterschiede in der ersten Anlage und weiteren Durchführung, daß es eigentlich kaum möglich ist, ein ganz einheitliches Bild von ihm zu entwerfen. Seine weiteste Anwendung und feinste Ausbildung hat er wohl in Bayern als sog. „bayerischer Femelschlag“ gefunden.

Großen Einfluß auf seine Einführung und Verbreitung hat dort die Autorität Gayers gehabt, der ihn in Wort und Schrift eifrig vertrat und seinen zahlreichen Zuhörern und Schülern immer als die ideale Wirtschaftsform zur Erhaltung und Wiederbegründung des Mischwaldes auf den meisten Standorten Süddeutschlands gelehrt hat.

Während Gayer mehr die allgemeinen waldbaulichen Vorteile heraus hob, arbeitete die Praxis eifrig an seiner technischen Ausführung. Besonders ist hier neben anderen der nachmalige Chef der bayerischen Staatsforstverwaltung, v. Huber, hervorgetreten, der sich schon als Revierverwalter mit der verfeinerten Ausgestaltung in der Form des sog. kombinierten Femelschlags beschäftigt und später auch feste Regeln für die verschiedenen Fälle ausgearbeitet hat. So enthalten z. B. die berühmten Wirtschaftsregeln für die bei Kelheim belegenden Bestände des Neuessinger Waldes¹, die sog. Neuessinger Regeln, wie Huber sich selbst ausgedrückt hat, den ganzen Kodex für das Verfahren in seinen großen Zügen.

Im Jahre 1901 besuchte der Deutsche Forstverein bei seiner Tagung in Regensburg die dortigen Waldungen. Die bei dieser Gelegenheit über den Femelschlag gehaltenen Referate, Lichtbildervorführungen und Waldausflüge gehören anerkanntermaßen mit zu den Glanzpunkten in der Geschichte des Vereins.

Das Wirtschaftsziel ist in jedem Fall die möglichst natürliche Erzielung eines Mischbestandes, in dem die Hauptwirtschaftsholzart eine genügend große Fläche einnimmt und die gewünschten Mischholzarten in möglichst gleichmäßiger Verteilung, aber nicht oder doch nicht vorwiegend in Einzelmischung, sondern in kleinen Gruppen bis Horsten ihren Platz finden. (Ein solches Mischungsziel ist z. B.: Fichte 0,6—0,5; Tanne 0,2—0,3; Buche 0,1—0,2 oder Fichte 0,6; Tanne 0,3; Lärche 0,1 [Neuessing] oder Fichte 0,6; Buche 0,2—0,3; Lärche 0,1—0,2 [Hienheimer Forst].) Doch legt man neuerdings in der Praxis mehr Wert auf standortsgerechte wie auf streng gleichmäßige Verteilung.

Gruppen- und horstweiser Femelschlag. Wir wollen hier zunächst das rein gruppen- und horstweise Vorgehen des Femelschlages betrachten, wie es insbesondere bei schon vorhandener Mischung im Altbestand, geringer Sturmgefährdung und da angewandt wird, wo ein langsames Vorgehen in Abnutzung und Verjüngung gestattet und erwünscht ist. Es bestehen hierbei noch zwei nur wenig voneinander unterschiedene und vielfach ineinander übergehende Behandlungsweisen je nach der Beschaffenheit der Bestände.

komplex und Wirtschaftsregeln für den Hienheimer Forst im Forstamt Kelheim-Süd. — Wappes: Über das Prinzip und die Anwendbarkeit des Femelschlagverfahrens. Zbl. f. d. ges. Forstwes. 1904, S. 387. — Engler, A.: Aus Theorie und Praxis des Femelschlagbetriebes. Schweizer Z. f. Forstw. 1905, S. 29. — Seeholzer: Naturverjüngung auf den Juraböden der Oberpfalz. Forstwiss. Zbl. 1921, S. 6. — Wirtschaft im Forstbezirk Riedenburg. Ebenda 1923, S. 244. — Seeger: Kritik des badischen Femelschlages. Ebenda 1925, S. 877. — Rebel: Künstlicher Femelschlag im Buntsandstein des Vorspessarts und Künstlicher Femelschlag in Plößberg und Tännenberg in Waldbauliches aus Bayern Bd. 1 u. 2. — Wirtschaftsgrundsätze für den Frankenwald. Mitt. a. d. Staatsforstverwaltung Bayerns. München 1929.

¹ Mitt. a. d. Staatsforstverw. Bayerns, München 1894, H. 1.

A. Bestände geschlossen und in der Hauptsache gleichaltrig oder
 B. Bestände mehr oder weniger lückig oder ungleichaltrig.

Verfahren A. Im Fall die Bestände bisher noch nicht genügend durchforstet sein sollten, ist zunächst die Vorbereitung nachzuholen, ohne aber den Bestandesschluß irgendwie stärker zu durchbrechen. Dann setzt die Musterung und Pflege der etwa schon vorhandenen Vorwuchsgruppen ein. Soweit diese noch klein, aber entwicklungsfähig sind, können sie frei gestellt werden. Ältere unbrauchbar erscheinende Vorwüchse können u. U. durchhauen werden, und es wird aus ihnen ein kleiner Schirmstand, die sog. „kleine Stellung“, gebildet, unter der sich dann neue Ansammlungen einstellen kann. Darauf werden für den betreffenden Bestandesteil in passender Verteilung die einzulegenden Gruppenantriebe bestimmt und ausgeführt, die nun die Ausgangszentren für neuen



Abb. 221. Junger Gruppenantrieb im bayrischen Femelschlag. Altholz: Fichten-Tannen-Buchen-Mischbestand. Verjüngung vorläufig hauptsächlich Buche. Aufn. von Wappes.

es immer Beweglichkeit und Geschmeidigkeit besitzen soll und sich weitgehend an die Bestandesverhältnisse und den Bodenzustand anzupassen habe. Die Größe der Gruppenantriebe ist im Anfang meist sehr klein und beschränkt sich namentlich bei der Tanne oft nur auf den Aushieb weniger Stämme. Die Anzahl der Gruppenantriebe und die Dichtigkeit ihrer Lagerung hängt ganz von den Umständen, insbesondere von der beabsichtigten Verjüngungsdauer im Angriffsbestand ab. Im allgemeinen wird die Auswahl der Antriebsstellen von der Holzartenzusammensetzung im Oberbestand, vom Bodenzustand und der Geländeausformung beeinflusst. So wird man z. B. Kuppen und Rücken stets vorausverjüngen. Die Bestandesränder werden vorläufig überhaupt noch nicht angegriffen, um Sonne und Wind nicht unnötig hereinzulassen. Gegen die Hauptwindrichtung muß immer ein breiter Sicherheits- oder Reservestreifen ganz unangerührt gelassen werden.

Nach eingetretener Verjüngung und genügendem Fußfassen des Jungwuchses auf den ersten Antriebsstellen werden die Gruppen durch Nachhiebe erweitert und „ausgeformt“. Dies geschieht entweder durch Rändelung, d. h. ringförmige, schmalste Kahlhiebe bzw. Räumungshiebe, normalerweise nur auf den Süd- und Westseiten der Gruppen (vgl. Abb. 222), oder durch etwas breitere, im Höchsthalle bis zu 30 m breite Umsäumungshiebe mit mehr oder minder lockerer Schirmstellung.

Anwuchs bilden sollen, der sich von ihnen aus und an ihnen gewissermaßen langsam und stetig ankrystallisieren soll. Die ersten Gruppenantriebe sollen hauptsächlich der Ansammlung der langsam wüchsigen, schutzbedürftigen Schattholzarten, besonders Tanne und Buche, dienen (vgl. Abb. 221).

Doch soll bei dem ganzen Vorgehen, besonders auch in der gleichmäßigen Verteilung, keine starre Regel obwalten. Rebel hebt besonders hervor, daß man sich das Verfahren niemals schematisch, mit Zirkel und Reißbrett arbeitend, zu denken habe, sondern daß

Wo infolge fehlenden Vertikalschlusses die Gefahr der Bodenverwilderung oder Auslagerung durch Unterсонnung besteht, muß, um diese nicht einreißen zu lassen, auch nach Norden und Osten zu abgerückt werden. Eine richtige Durchforstung mit Erhaltung des Unterstandes gibt hier die beste Sicherung. Anderenfalls sind die Gruppen möglichst nur an die Stellen zu legen, wo die sonnseitigen Ränder des Bestandes durch gelegentlichen Unterstand oder tiefer herabreichende Bemahtelung gedeckt sind.

Im allgemeinen sollen die Gruppen auch nach ihrer Erweiterung nie zu förmlichen Löchern (Großflächen) im Bestande führen, sondern immer Kleinflächencharakter behalten. Neben der Erweiterung der schon vorhandenen Gruppen ist daher häufig auch ein Ansetzen und Einschieben neuer Gruppen nötig. Die

Form der Gruppen ist in der Praxis heute auch immer unregelmäßig, mehr länglich als rund, vielfach zackig oder nach einem Ausspruch Rebels „amöben-



Abb. 222. Rändlungshieb um eine Buchengruppe im Femelschlag. Die Gruppe ist mit Fichten durchsprengt und teilweise ungürtelt. Aufn. von Wappes.



Abb. 223. Ausgeformter und gut abgestufter Fichten + Tannenhorst im Femelschlagbetrieb (sog. Verjüngungskegel). Aufn. von Arnold Engler.

artig“. Die Verjüngungsränder sollen stets im Fluß bleiben, die Verjüngung darf niemals lange stille stehen, sondern soll „laufen“, damit sich keine Bodenverhärtung einstellt und keine Steilränder bilden, sondern die Ver-

jüngung immer anschlussfähig bleibt. Die Gruppen sollen daher förmliche, nach allen Seiten sanft abfallende unregelmäßige „Verjüngungskegel“ bilden (vgl. Abb. 223). Wo die Naturverjüngung ins Stocken zu geraten droht, ist durch künstliche Kultur (Beisaaten, Vollsaaen oder Pflanzung) nachzuhelfen. Im weiteren Verlauf sind Gruppen, deren Ränder sich nähern, durch rasches „Durchschlagen“, d. h. Lichtung und Räumung der schmalen Altholz-zwischenbänder bzw. der zwischen mehreren Gruppen sich bildenden Altholzzwickel und durch etwaige künstliche Kultur dieser Stellen zum raschen Zusammenfließen zu bringen.

Da, wo die Gruppen einzelner empfindlicher Holzarten mit anderen zusammentreffen, deren Eindringen für sie gefährlich und unerwünscht wäre, sollen sie mit passenderen Arten als Zwischengliedern umgürtelt werden (sog. Isolierstreifen). (So können z. B. Eichengruppen gegen seitliches Eindringen der Fichte oder anderer Nadelhölzer durch Buchengürtel von mindestens 5 m Breite geschützt werden.) Auch können ältere Vorwuchs-horste, u. U. selbst Stangenhölzer, durch rechtzeitige Umgürtelung mit geeigneten Holzarten noch anschlussfähig gemacht und erhalten werden. Nur dauernde, feinste Beobachtung und Aufmerksamkeit, unaufhörliche Arbeit und Ausschöpfung aller sich bietenden Möglichkeiten kann hier zu einem reibungslosen Ablauf des ganzen Ernte- und Verjüngungsganges führen, namentlich da, wo der natürlichen Verjüngung gewisse Hemmungen durch Boden,

Klima, Holzart oder Bestandes-gefahren im großen oder auch nur auf engstem Raum entgegenstehen!

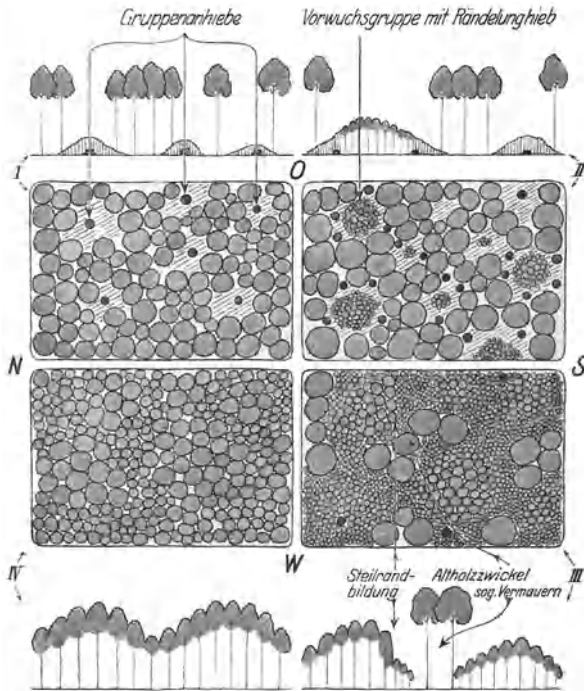


Abb. 224. Schema des horstweisen Femelschlagbetriebes.
Entworfen von Dengler.

Das Endziel, das Ideal des reinen gruppenweisen Vorgehens, ist das schließliche Zusammenfließen aller Gruppen in eine große Verjüngungsfläche mit einem auf und ab verlaufenden Kronendach, aus dem die Verjüngungskegel der einzelnen Gruppen mit ihren verschiedenen Holzarten sich als sanfte Kuppen herausheben. Eine besondere Beachtung erfordert die Handhabung der Fällung und des Holzausrückens. Im Anfang ist die Sache noch recht einfach. Alle Bäume werden von den Gruppen weg in den Altbestand geworfen und durch diesen an die Wege gebracht. Je mehr sich aber die Gruppen nähern, desto schwieriger wird ein schadloses Werfen und Rücken. Bes-

onders muß darauf geachtet werden, daß man sich nicht „vermauert“, d. h. innen befindliche Altholzreste zu lange stehenläßt, so daß man dann nur durch Jungwuchs hindurch abrücken kann (vgl. Abb. 224 bei III rechts unten). Eine gewisse räumliche Ordnung des Lichtungs- und Räumungsbetriebes ist daher auch hier nötig, indem man erst die in der Mitte zwischen zwei Abfuhrwegen gelegenen Partien abräumt und beiderseits gegen die Abfuhrwege hin weitergeht, die zahlreich genug vorhanden sein müssen. In bergigem Gelände ist von oben

nach unten vorzuschreiten. Ein allzu langes Zuwarten ist auch mit Rücksicht auf die im letzten Verjüngungsabschnitt stets drohende Windgefahr und die Gefahr der Bodenverwilderung oder -verödung in den schmalen Altholzresten (sog. Laternen) nicht anzuraten.

B. Das Verfahren in mehr oder weniger ungleichaltrigen oder lückigen Beständen und solchen, die aus Licht- und Schattenhölzern gemischt sind, unterscheidet sich von dem Verfahren A in der Hauptsache nur dadurch, daß der Angriff hier zunächst nicht durch mehr oder minder regelmäßig verteilte Gruppenanhebe geschieht, sondern durch eine unregelmäßigere Schlagstellung über die ganze Fläche durch Einzelentnahme der ältesten, stärksten und rückgängigen Stämme und durch kleine Aushiebe von wenigen Stämmen nebeneinander, so daß eine zwar im allgemeinen dunkle, aber doch ungleichmäßige Schirmstellung entsteht. Hier wird die Entstehung von Jungwuchs nun mehr der Natur überlassen. Die Verjüngungsgruppen bilden sich von Anfang an mehr in verschiedener Größe und unregelmäßiger Verteilung. Die weitere Hiebsführung bestimmt dann, welche Teile und Gruppen des Jungwuchses zu benutzen, zu pflegen und auszuformen sind. Die größte Kunst zeigt sich nach Rebel im Nichtbeachten räumlich nicht erwünschter Ansamung. In der übrigen Behandlung und endlichen Aufrollung des Bestandes unterscheidet sich das Verfahren nicht wesentlich von dem unter A geschilderten.

Die Abb. 224 gibt in stark schematisierter Darstellung ein Bild eines im horstweisen Femelschlag bewirtschafteten Waldteiles in Grundriß und Aufriß. Wir sehen in den ersten (oberen) Abschnitten eine starke Ungleichstufigkeit im Aufbau durch die horst- und streifenweise Mischung von Altholz und ungleichaltriger Verjüngung. Die verschiedensten Altersklassen, mit Ausnahme der mittleren, sind hier neben und z. T. übereinander vertreten. Es findet ein rascher Wechsel des Bestandes auf kleiner und kleinster Fläche statt. Das Bild trägt hier unverkennbar gewisse Züge des reinen Plenterweltaufbaues (vgl. S. 537). Aber in den letzten (unteren) Abschnitten beginnt eine Rückbewegung zu größerer Gleichförmigkeit: Die ältesten Klassen verschwinden, die Unterschiede der Stufigkeit in den jüngeren verwachsen allmählich. Das Bild nimmt wieder mehr und mehr die Züge des gleichstufigen Hochwaldes an. Hierin, in dieser langsamen Hin- und Herbewegung zwischen Plenterwald und gleichstufigem Hochwald liegt ein wesentlicher und wichtiger Grundzug des Aufbaues im Femelschlag! Eine andere Eigenheit besteht darin, daß Ernte und Verjüngung zwar stets auf Zwerg- und Kleinflächen stattfinden, daß aber trotzdem schließlich alles wieder in die Großfläche ausläuft, von der auch ausgegangen ist. Man kann die konstruktiven Hauptlinien daher ganz kurz in das Schlagwort zusammenfassen: Über Vielstufigkeit zur Einstufigkeit und über die Kleinfläche zur Großfläche!

Bei besonderer Windgefährdung, wie z. B. in überwiegender Fichtenbeständen, ist das gruppen- und horstweise Verfahren auf schmalste Zonen zu beschränken. Langsames Vorgehen, dunkle Stellung an den Gruppenrändern, besonders an den Schattseiten und auf den zwischenliegenden Altholzteilen begünstigt einseitig das Ankommen und Vordringen der Schatthölzer, besonders der Tanne und Buche, und drängt die Fichte, die ja meist das Hauptwirtschaftsziel bilden soll, vielfach zu sehr zurück.

Saumfemelschlag oder kombinierter Femelschlag. Aus diesen und anderen Gründen hat man in solchen Fällen in Bayern schon seit alter Zeit ein mehr streifen- bzw. saumweises Vorgehen geübt, das den Namen Saumfemelschlag oder kurzweg Saumfemel erhalten hat.

Der Saumfemelschlag ist in Bayern auch vielfach als selbständige Form des Vorgehens in Ausübung. Besonders wichtig aber ist seine Verbindung mit dem gruppen- und horstweisen Betrieb im sog. „kombinierten Verfahren“ geworden. Erst in dieser Form hat der bayerische Femelschlag seine höchste und feinste Ausbildung und das höchste Maß von Beweglichkeit und Anpassungsfähigkeit erhalten. Gerade hier liegen auch die besonderen Verdienste v. Hubers, der dem Verfahren auch den Namen gegeben hat.



Abb. 225. Aufrollung eines Bestandes durch gebrochene Saumschläge im kombinierten Femelschlag. Im Vordergrund links und rechts zwei vom Saumschlag aufgenommene vorwüchsige Fichten-, Buchen-, Lärchengruppen; auch im Hintergrund sieht man zahlreiche solche eingeschlossene Gruppen. Aufn. von Wappes.

durch schmale, sich aneinanderreihende Streifenschläge von gewissen Angriffslinien her stattfindet (vgl. Abb. 225). Auch hierbei ist das Ziel zunächst die natürliche Verjüngung unter Schirm. Da aber meist ein etwas

rascherer Verjüngungsfortschritt angestrebt wird, der die Fichte begünstigen soll, so wird in vielen Fällen auch die künstliche Kultur auf größeren Flächen zu Hilfe genommen, ja u. U. ist auch Kahlhieb statt Schirmhieb auf den Säumen üblich.

Der Saumhieb beginnt mit Rücksicht auf die Windgefahr entweder am Ostrand der Abteilung oder auch in der Nordostecke und schreitet gegen Südwest vor. Ein Mittel, die Angriffsfrent zu verlängern, besteht auch in den sog. gebrochenen Saumhieben (vgl. den sog. Hiebsschlüssel Abb. 226).

Bietet der Bestand in seinem Innern an Geländeeinschnitten (Talrinnen, Bergkanten oder Rippen) geeignete weitere Angriffsfrenten, so wird dort eine neue Hiebsreihe gebildet und mit neuen Saumhieben angesetzt. Sehr große gleichartige Flächen werden u. U. durch neue Durchhiebe aufgeteilt, d. h. perlschnurartig beginnende Saumschläge, die parallel zur ersten Angriffsfrent verlaufen (vgl. Abb. 226, Ost- und Nordwesthang).

Zahl und Breite der Säume, Zeitpunkt ihres Ansetzens (gleichzeitig oder später als der Beginn der Gruppenanhiebe), Tempo der Aneinanderreihung

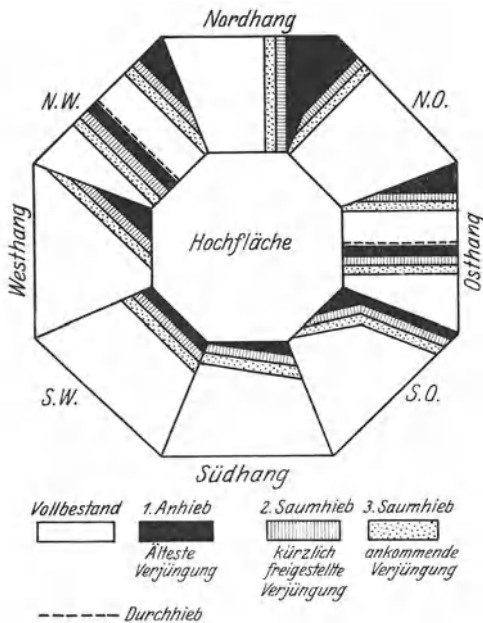


Abb. 226. Schema der Hiebssfolge des Saumfemelschlages in bergigem Gelände (sog. Hiebsschlüssel). Am Nordwest- und am Osthang zwei Durchhiebe, am Südosthang ein gebrochener Saumschlag. (In Wirklichkeit keine geradlinigen, sondern vielfach gezackte und gebuchtete Ränder.) Nach den bayerischen Wirtschaftsregeln.

u. a. m. bestimmen sich ganz nach den Verhältnissen des einzelnen Falls. Insbesondere gibt hierbei die beabsichtigte Dauer der allgemeinen Verjüngungszeit den Ausschlag, die bald kürzer, bald länger ist, im Durchschnitt etwa 30 Jahre beträgt. Beim Vorschreiten soll der Saumschlag die ausgeformten Gruppen rechtzeitig in sich aufnehmen. Dabei muß das Vorgehen im Saumschlag auf den anschließfähigen Zustand der Gruppen, andererseits aber auch die Anlage und Ausformung der Gruppen auf das Vorrücken des Saumschlags Rücksicht nehmen. Schon die älteren Wirtschaftsregeln deuteten an, daß es hierbei empfehlenswert wäre, mit der Anlage der Gruppen nicht zu tief in den Bestand hinein und zu weit von dem nachfolgenden Saumschlag

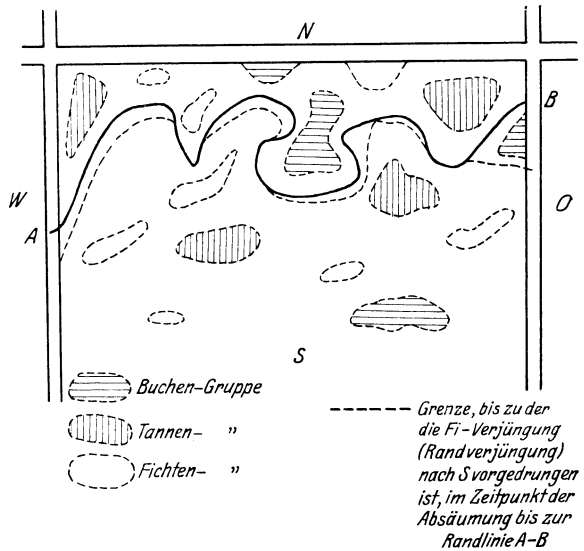


Abb. 227. Kombiniertes Femelschlag im Forstamt Riedenburg i. Bayern, mit Saumangriff von Norden her und Gruppenausformung nur nahe vor der Saumfront. Nach Seeholzer.



Abb. 228. Bild eines Nordsaums im Femelschlag (Riedenburg). Im Hintergrund eine weit nach rechts hineinlaufende, schön abgestufte Tannenvorwuchsgruppe, die eben vom Saum (von vorn links nach dem mittleren Hintergrund laufend) aufgenommen wird. Im Saumschlag selbst dichte Mischverjüngung von Tanne, Fichte und Buche. Phot. von Dengler.

wegzugehen. In der Folge hat dann dieser Gedanke noch eine schärfere Form angenommen, wie sie von Oberforstmeister Seeholzer in Riedenburg¹ geschildert wird, wobei die Gruppen dichter an die Front des Saumschlages heran-

¹ Vgl. Literatur S. 505.

gezogen und mit abnehmender Zahl und Größe von dieser weg gebildet werden (vgl. die Seeholzersche Skizze Abb. 227). Es ergibt sich durch die rasche Aufnahme der Gruppen beim Vorschreiten ein dauernd welliger und gebuchter Verlauf des Saumes mit jenen „stillen Winkeln und Ecken“, wie Rebel so schön und treffend sagt, in denen sich die Naturverjüngung besonders gern und willig einfindet (vgl. in Abb. 228 die weit nach rechts einspringende Jungwuchsgruppe vor dem Saum).

Die ganze Form des kombinierten Verfahrens, besonders in der letztgenannten Art, besitzt entschieden einen viel höheren Grad räumlicher

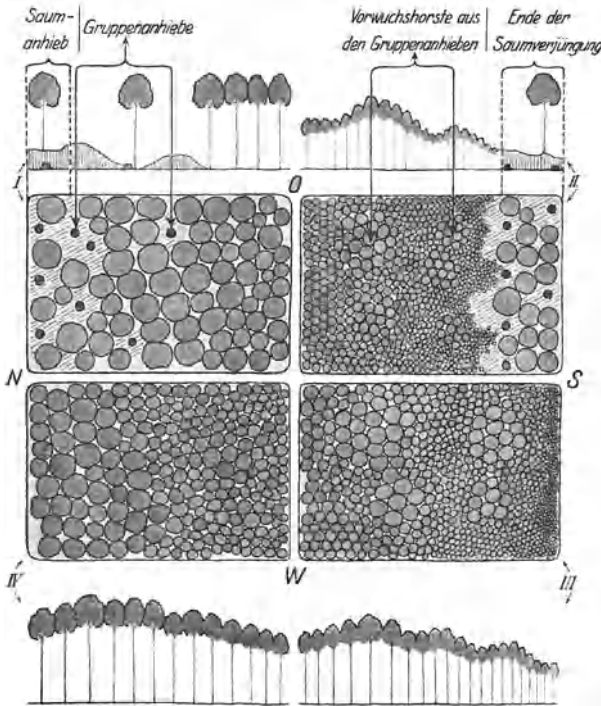


Abb. 229. Schema des kombinierten Femelschlagbetriebes.
Entworfen von Dengler.

größere Gleichstufigkeit in der Breite (O—W) und eine Abstufung nach der Tiefe (N—S), besonders gegen den Abschluß des Bestandeskreislaufs (III, IV) hin bemerkbar.

Abarten des Femelschlages. Die im Vorhergehenden dargestellten Arten des Femelschlages sind aber durchaus nicht die einzigen. Gerade diese Betriebsform hat noch außerordentlich viele Varianten aufzuweisen.

Eine kaum wesentliche Sonderform ist der sog. künstliche Femelschlag, bei dem erwünschte, aber nicht vorhandene oder u. U. schwer natürlich zu verjüngende Holzarten gruppen- oder horstweise künstlich eingebracht und voraus verjüngt werden (z. B. Eichen-, Lärchen- oder Buchenhorste im Buchen- bzw. Fichtenbestand u. a. m.).

Zum künstlichen Femelschlag ist bis zu einem gewissen Grade auch der für den norddeutschen Osten bedeutsam gewordene Mortzfeldsche Löcherhieb¹

¹ Mortzfeld: Über forstwirtschaftlichen Vorverjüngungsbetrieb. Z. f. Forst- u. Jagdwes. 1896, S. 2.

Ordnung als die reine horstweise Form, die nach einer Mitteilung von Rebel heute in Bayern überhaupt nicht mehr die übliche Form ist. Dadurch wird nicht nur die Übersicht sehr erhöht und die Sturmgefährdung abgeschwächt, sondern vor allen Dingen auch der Fällungs- und Abrückbetrieb in hohem Maße leichter und gefahrloser gestaltet. Man kann wohl sagen, daß sich hier Ordnung und freie Beweglichkeit auf halbem Wege entgegenkommen und in schönem Verein zusammenschmelzen!

Die schematische Übersicht in Abb. 229 zeigt den Waldaufbau im Grundriß und Aufriß nach dem kombinierten Verfahren mit dem Angriff vom Nordrand her. Es bestehen ähnliche Aufbauverhältnisse wie beim horstweisen Femelschlag. Aber es macht sich im ganzen eine

zu rechnen, wenn er auch eine viel rohere Form darstellt und im ganzen Verlauf vielleicht dem Schirmschlag ebenso nahe oder noch näher stehen mag als dem Femelschlag.

Oberforstmeister Mortzfeld hat s. Z. in seinen verschiedenen Dienstbezirken, besonders in seinem letzten in Königsberg i. Ostpr., diese von ihm „horstweisen Vorverjüngungsbetrieb“ genannte Form eingeführt, um insbesondere der Eiche verlorenes Gebiet wieder zu erobern, das sie im Laufe der Zeit im Westen an die Buche, im Osten (Ostproußen) auch an die Fichte, Hainbuche, Birke u. a. abgegeben hatte. Zum Teil war daran der Hartigsche Schirmschlag, in Ostproußen auch wohl der dort noch lange vorherrschende Plenterbetrieb schuld gewesen. Doch sprachen hier wohl auch noch andere Ursachen mit. Mortzfeld hatte sehr richtig erkannt, daß der dunkle Schirmschlag, aber auch der Kahlschlag, letzterer besonders in dem stark spätfrostgefährdeten Ostproußen, für eine solche Wiedereinführung der Eiche auch auf den besten Böden wenig geeignet erschien. Er ging daher zum kleinflächenweisen Voranbau der Eiche auf kreisrunden, 6—10 a großen, kahlen Löchern über, die in gleichmäßiger Verteilung, im übrigen auch mit selbstverständlicher Berücksichtigung lokaler Standortsunterschiede, in die Bestände der ältesten, zur Abnutzung stehenden Altersklassen (zunächst nur I., später auch II. Periode) hineingelegt wurden. Die Einlegung sollte abteilungsweise gleichzeitig erfolgen. Bei nicht gleichzeitiger Anlage sollten die Löcher zonenweise in der Richtung des späteren Hauptverjüngungsganges gestaffelt werden. Etwa $\frac{1}{4}$ — $\frac{1}{3}$ der nach dem Boden hierzu geeigneten Gesamtfläche sollte so mit Eiche voraus verjüngt werden. Der Anbau geschah nach Rodung und gründlicher Bodenbearbeitung durch Saat oder Kleinpflanzung. Etwa nach 10 Jahren sollte die Hauptverjüngung des Zwischenbestandes nachfolgen, die bei der Buche (vgl. Abb. 230) im Schirmschlag, bei Kiefer und Fichte auch im Kahlschlag geschah. Doch konnte in Ostproußen bei letzterer auch vielfach von der Naturverjüngung Gebrauch gemacht werden. In den litauischen Lehmrevieren mit ihrer Holzartenfülle fand sich oft reichlicher Anflug von Birke, Aspe, Esche und Hainbuche neben der Fichte an. In der Oberförsterei Waldhausen bei Insterburg kann man heute auf den Zwischenstreifen noch Bilder sehen, die stark an den bayerischen Femelschlag oder sogar an Plenterwald erinnern.

Die Mortzfeldsche Methode hat s. Z. viel Schule im westdeutschen Buchengebiet und auch im nordostdeutschen Flachland gemacht. Der Haupteinwand, den man später dagegen erhob, waren die hohen Eingatterungskosten, da die Eichenhorste infolge des Wildverbisses anders nicht hoch zu bekommen waren. Der Umfang eines einzelnen Loches betrug ja schon 100—150 m, bei durch-



Abb. 230. Gruppen- bzw. horstweise Vorverjüngung der Eiche im Buchengrundbestand durch Mortzfeldsche Löcherhiebe. Im Hintergrund ein gut abgestufter Eichenhorst, im Vordergrund dichte Buchenverjüngung in der letzten Nachhiebstufe. (Oberförsterei Freienwalde a. d. O.) Aufn. von Dengler.

schnittlich drei Löchern je Hektar ergab sich also eine Zaunlänge von 300—450 m. Das würde bei den heutigen Preisen bei reh- und hasendichtem Zaun allein 400 bis 500 M. ausmachen. Mortzfeld versuchte diese hohen Kosten zwar dadurch zu rechtfertigen, daß er die Löcher teilweise noch als Kämpfe benutzt hat und aus ihnen Eichensämlinge und Mehrjährige zu anderweitiger Verwendung entnahm. Außerdem betonte er, daß man die Gatterkosten nicht nur der Eichenfläche, sondern der ganzen Bestandesfläche anrechnen müsse. Trotzdem sind die Kosten einschließlich der sonstigen Kulturaufwendungen doch außerordentlich hoch.

Die Mißerfolge durch Steilrandbildung, Entwicklung ästiger Randstämme, die sich bei Schnee leicht nach außen überbiegen, Bilder, wie man sie vielfach noch heute in unseren Beständen sehen kann, sind weniger dem Verfahren selbst, als wirtschaftlichen Fehlern, wie zu spätem Anschluß an die Hauptverjüngung, fehlender Umgürtelung der Horste u. a. m. zuzuschreiben. Unbestreitbar bleibt trotzdem der Erfolg der Methode und das Verdienst Mörtzfelds, der Eiche im norddeutschen Wald große Flächen wiedergewonnen zu haben, was bei dieser wertvollen Holzart nicht so leicht zu teuer erkaufte sein kann!

Zu den femelschlagartigen Nebenformen kann man auch noch den Wiebeckeschen Lückenbetrieb rechnen. Doch soll dieser erst zum Schluß beim Abschnitt über den Dauerwald besprochen werden.

Eine etwas schwankende und unsichere Betriebsform ist die des „badischen Femelschlages“. Nach der Darstellung von Seeger¹ bestand dieser in älterer Zeit in der ungleichmäßigen, sehr langsamen Auflichtung der Bestände (meist Tanne oder Tanne mit Fichte oder Buche) durch Aushieb der stärksten, rückgängigen oder kranken Stämme und ausgesprochener Schwächlinge, also etwa wie im Angriff des bayerischen horstweisen Verfahrens B. bei lückigen und sehr ungleichaltrigen Beständen. Die weitere Nachlichtung ging zur Ausnutzung des Lichtungszuwachses sehr langsam und ohne besondere Verteilung der auszuförmenden Jungwüchse und ohne räumliche Ordnung vor sich. Starke Fällungsschäden und Windwürfe waren vielfach die Folge. Später² empfahl man zwar die Erhaltung der stärkeren Stämme als „Knochengestüt“ des Bestandes, ein Vorgehen im Wege einer immer stärker eingreifenden Niederdurchforstung, das ganz allmählich in die Verjüngung überleiten sollte, sog. „Erziehungsverjüngung“ (Siefert) und auch eine bessere räumliche Ordnung durch zonenweises Vorgehen. Im allgemeinen ist man aber nach Seeger diesen Anregungen wenig gefolgt. Die große Praxis sei meist bei dem älteren Verfahren geblieben. Daher seien auch die Vorwürfe, welche die neuen badischen Richtlinien³ dieser Wirtschaft machen, wenigstens zum Teil berechtigt. Freilich haben geschickte und aufmerksame Wirtschaftler die hier drohenden Gefahren und Nachteile durchaus erkannt und durch eine Anpassung des Verfahrens an die wechselnden Standortverhältnisse in bald mehr plenterartigem, bald mehr zonenweisem Vorgehen zu vermeiden gewußt und dabei so schöne Erfolge erzielt, wie z. B. in dem berühmten und vielbesuchten Murgschiffer-Wald bei Forbach i. Baden, der unter der langjährigen Leitung von Oberforstmeister Stephani steht.

Wertung des Femelschlagbetriebes. Der Femelschlag ist zweifellos eine außerordentlich vielseitige und elastische Betriebsform, die sich in den feinsten Abtönungen jedem Wechsel des Standorts und des Bestandes anzuschmiegen und jeder Veränderung des Wirtschaftsziels nachzukommen vermag. Die Anwendung ist aber nach den eignen Erklärungen von Hubers⁴ immer an gewisse, einigermaßen günstige Bedingungen, besonders mit Bezug auf Verjüngungsfähigkeit und Verjüngungswilligkeit, gebunden.

Auf armen Böden, auf Sandböden oder auf Standorten, die zu starkem Graswuchs neigen, wollte Huber den Femelschlag nicht angewendet wissen. „Günstigere Verhältnisse, nicht unnormale Verhältnisse sind es, unter welchen wir die

¹ Forstwiss. Zbl. 1925, S. 877.

² In der weiteren Entwicklung des badischen Femelschlagverfahrens sind besonders die Anregungen von Gerwig, Schätzle, Dießlin und Siefert zu nennen.

³ Richtlinien für Erziehung und Verjüngung der Hochwaldungen in Baden. Karlsruhe 1925.

⁴ Diskussion zum Femelschlagthema. Dtsch. Forstver. Regensburg 1901.

Frage der Erziehung gemischter Bestände durch das Femelschlagverfahren zu betrachten haben!“

Zusammenfassend ist diese Betriebsform etwa dahin zu bewerten:

Sie ist außerordentlich fein und vielseitig, freilich daher auch nicht einfach, sondern einigermaßen verwickelt und schwer übersichtlich.

Sie erfordert hohe Aufmerksamkeit und Geschicklichkeit vom Betriebsleiter bis herunter zum letzten Waldarbeiter.

Sie setzt wenigstens einigermaßen günstige Verhältnisse in Klima und Boden (Verjüngungsfreudigkeit) und im allgemeinen auch eine schon vorhandene Mischbestockung im Altbestand voraus.

Sie ist dann aber auch eine hervorragende Form für die Wiedererzeugung von Mischwald und gewährt auch den empfindlicheren Holzarten den nötigen Schutz von oben und von der Seite her. Durch die gruppenweise Mischung fördert sie deren Selbsterhaltung ohne schwierige Bestandespflege. Auch die Astreinigung geht meist besser bei der Holzart unter sich als im Einzelgemisch mit anderen vor sich.

Sie ist in normalem Gang äußerst bodenpfleglich. Nicht nur die dauernde Mischbestockung, sondern auch die Abstufung des Lichtes mit seinem vielseitigen Wechsel können hier bei geschickter Handhabung allen Anforderungen nach der einen wie nach der anderen Seite hin gerecht werden.

Im letzten Abschnitt tritt allerdings durch die vorgeschrittene Durchlöcherung mehr und mehr ein gewisser Nachteil durch Untersonnung hervor. Eine ernste Gefahr bildet der Windwurf, namentlich die oft unberechenbaren Stürme aus ungewohnter Richtung, die dann allerdings schweren Schaden im Jungwuchs anrichten und das schöne Gebäude über den Haufen werfen können.

Auch hier ist also nicht alles Vorteil. Es stehen, wie bei allen Verfahren, den Vorteilen auch gewisse Nachteile gegenüber. Aber die Vorteile überwiegen doch, und sie liegen so sehr in der besonders wichtigen Richtung der Mischbestockung, daß die Femelschlagform in dieser Beziehung immer zu den wertvollsten Verfahren für dieses waldbauliche Ziel gerechnet werden muß.

Der Femelschlag hat auch gegenüber später noch näher zu besprechenden, ähnlich feinen und wertvollen Verfahren den großen Vorzug für sich, daß seine Anwendbarkeit und Brauchbarkeit nun schon lange und in großem Umfang durch jahrzehntelange Wirtschaft in Bayern erwiesen ist!

4. Kahl- und Schirmschlagformen in Verbindung mit Lichtungs- und Überhaltbetrieb und einige sonstige Nebenformen.

Allgemeines über Lichtungs- und Überhaltbetriebe. In vielen Fällen hat man mit den Kahl- und Schirmschlagformen noch besondere Maßregeln zur Erhöhung des Stärkezuwachses verbunden, die nach Art und Umfang über die gewöhnliche Bestandeserziehung hinausgehen und dem ganzen Ernte- und Verjüngungsverfahren und auch dem Waldaufbau länger oder kürzer einen bestimmten Stempel aufdrücken, so daß es berechtigt erscheint, sie als besondere Unter- und Nebenformen zu behandeln. Eigentliche Grundformen stellen sie aber nicht vor.

Zwei Maßregeln solcher Art sind es, die hier angewendet werden: 1. der Überhalt und 2. die Lichtung. Unter ersterem versteht man die Belassung von einzelnen Stämmen oder von Gruppen und Horsten beim Abtrieb des Bestandes, mit der Absicht, sie in den neu aufwachsenden Bestand einwachsen und wenn möglich bis zu dessen Abtrieb, mindestens aber bis zu einem höheren Alter desselben, stehenzulassen. Die Lichtung stellt dagegen eine dauernde

starke Durchbrechung des Kronenschlusses dar, die eine größere Anzahl von ausgewählten Stämmen durch Kronenfreiheit im Zuwachs fördern soll. Meist ist in beiden Fällen die Erziehung von Starkhölzern mit etwa 50—60 cm Durchmesser das Wirtschaftsziel. Der Überhalt will dieses durch lange Zeit erreichen, ohne eine besondere Fläche dafür aufzuwenden. Das Starkholz soll gewissermaßen bei der Aufzucht des neuen Bestandes als Zugabe oder Nebenprodukt mit anfallen. Das beruht allerdings meist auf einer gewissen Selbsttäuschung. Auch wenn im günstigsten Falle der junge Bestand bis an die Überhaltstämme heran und unter deren Traufe aufwächst, so verläuft seine Entwicklung doch meist viel langsamer, und wenn er sich bis an den unteren Kronenrand herangeschoben hat, was bei guten und genügend langen Kronen der Überhälter meist schon im späteren Stangenholzalter der Fall ist, dann hört überhaupt jede Möglichkeit des Weiterwachsens auf. Eine Fällung der Überhälter ist dann aber ohne schwerste Beschädigungen des Jungbestandes nicht möglich. Vielfach muß man diesen dann unter der Traufe verkümmern lassen oder selbst entfernen. Eine Doppelproduktion auf derselben Fläche ist also oft doch nicht möglich.

Der Lichtungsbetrieb will das Starkholz in verhältnismäßig kurzer Zeit erzielen, wenn auch meist eine gewisse Verlängerung des gewöhnlichen Umtriebes notwendig ist, um dies zu erreichen. Dafür widmet er aber diesem Ziel eine verhältnismäßig große Fläche, deren Gesamtmasseenerzeugung dabei meist heruntergeht. Er verlangt zur Bodendeckung und allmählichen Bestandesauffüllung fast immer Ergänzung durch Unterbau. (Hierzu vergleiche man den betr. Abschnitt bei dem Kapitel über Bestandserziehung.)

Eine Mittelstellung zwischen Überhalt und Lichtungsbetrieb nimmt der sog. zweistufige oder zweialtrige Hochwaldbetrieb ein. Bei ihm ist die Lichtung so stark, daß sie einem dichten Überhalt nahekommt. Der Unterstand soll nicht nur Bodenschutz gewähren, sondern die 2. Generation unter dem Oberstand bilden (Annäherung an den Überhaltgedanken). Das wirtschaftliche Schwergewicht liegt nicht einseitig auf dem Oberholz (wie beim Lichtungsbetrieb) oder auf dem Unterstand (wie beim Überhalt), sondern ist mehr oder minder gleichmäßig auf beide Stufen verteilt.

Dabei verlangt der ideale zweialtrige Hochwald meist noch ein bestimmtes Altersverhältnis von Unterstufe zu Oberstufe. Dieses soll so sein, daß die zweite Staffel beim Abtrieb der ersten deren halbes Alter erreicht hat, also etwa 70—80 Jahre bei 140 bis 160 Jahren der Oberstufe. Letztere soll dann etwa nur die halbe Fläche beschirmen. Bei der Ernte soll die ganze Fläche verjüngt und aus der zweiten Stufe dann wieder ein entsprechend starker Überhalt belassen werden, so daß nach 70—80 Jahren wieder dasselbe Bild vorhanden ist. (Burckhardt berichtet von früheren derartigen Betrieben für Buche in Hannover und Dänemark.)

Überhalt wie Lichtung rechnen beide mit Lichtungszuwachs, der Überhalt weniger, der Lichtungsbetrieb mehr. Es ist bereits an anderer Stelle ausgeführt worden, daß sich die Holzarten hier recht verschieden und im allgemeinen, namentlich auf längere Dauer hin, einigermaßen unzuverlässig verhalten. Überhalt und Lichtung haben nach dieser Beziehung recht oft nicht die Erwartungen erfüllt, die man nach ihren anfänglichen Zuwachserfolgen an sie geknüpft hatte. Im allgemeinen ist ein guter Boden überall Voraussetzung für derartige Betriebe.

Der Überhalt bringt auch für die dazu ausgewählten Stämme immer eine gewisse Gefährdung mit sich. Vor allem ist hier die Windgefahr zu nennen. Flach wurzelnde, unsichere und nicht sehr standfeste Holzarten, wie vor allem die Fichte, sind nicht dafür geeignet. Arten mit dünner Rinde, wie Buche, Esche, auch Tanne, erleiden vielfach Rindenbrand nach der Freistellung. Andere, wie vor allem die Eiche, zeigen leicht Wasserreiserbildung und im Zusammen-

hang damit Zopftrocknis. Immer ist daher eine ziemlich weit ausholende, langsame Gewöhnung an den Freiland durch frühzeitige Umlichtung und Anzucht einer genügend langen und dichten Krone nötig, die auch die Voraussetzung einer guten weiteren Zuwachsleistung ist.

Für die Lichtung gelten ähnliche Verhältnisse, wenn auch entsprechend der geringeren Freistellung in etwas gemindertem Grade. Das besonders Mißliche bei dieser Form ist der Umstand, daß, wenn einzelne Stämme rückgängig werden und die auf sie gesetzten Zuwachserwartungen nicht erfüllen, die ohnehin schon sehr stammzahlarme Fläche in ihrer Produktion natürlich stark zurückgeht.

Viele der hier oft mit großen Hoffnungen begonnenen Betriebe haben auf die Dauer mehr oder minder enttäuscht. Sie haben daher vielfach nur als interessante Versuche einen gewissen historischen Wert. Manche haben unter besonderen Umständen, insbesondere bei lokalem Mangel an stärkeren Holzsortimenten, zeitweise ihre Aufgabe gut erfüllt, sind aber später durch veränderte Verhältnisse (Verbesserung der Verkehrsverhältnisse, Ablösung von Berechtigungen, Anwachsen des Altholzvorrates im Revier) wieder gegenstandslos geworden.

Einzelüberhalt¹. Der Einzelüberhalt ist eine sehr alte Maßregel, die sich vielfach aus dem Schirmschlag heraus entwickelt hat. Man hat von den zum Samenschlag bestimmten Mutterbäumen einen Teil, sei's zur Mastnutzung (Wildfutter), sei's auch schon mit der Absicht, Starkholz zu erziehen, stehengelassen, um in die Verjüngung einzuwachsen. Für das Alter dieser Maßregel spricht auch schon der altertümliche Name, den man den Überhältern in früherer Zeit gab, wo sie allgemein „Waldrechter“ hießen.

Besonders verbreitet war der Einzelüberhalt bei der Eiche, bei der in vielen Fällen zunächst das jagdliche Interesse überwog und erst später der Gedanke der Starkholzerziehung in den Vordergrund trat. Solche mehrhundertjährigen Eichenüberhälter aus der vorigen und vorvorigen Bestandesgeneration finden sich in letzten Resten noch heute in Buchen- und Fichtenbeständen West- und Süddeutschlands, aber auch in den Kiefernbeständen Norddeutschlands. Was davon übriggeblieben ist, ist nach Wuchs und Gesundheitszustand meist recht schlecht und wenig ermutigend. In vielen Fällen wird freilich das beste Material schon herausgehauen sein. Aber auch auf solchen Flächen, wo die Überhälter noch ziemlich gleichmäßig und dicht stehen, so daß die ursprüngliche Anzahl noch vorhanden zu sein scheint, ist recht selten einmal ein wirklich tadelloser Stamm zu finden. Vor allen Dingen sind tief angesetzte Fauläste und vorzeitiger Rückgang (Trockenspitzigkeit) unerfreuliche Erscheinungen. Über 200jährige gesunde Überhälter sind selten. Der Auszug solcher meist sehr breitastigen Bäume, der oft zur ungeeignetsten Zeit des Unterstandes, nämlich im brüchigsten Stangenholzalter, notwendig wird, macht große Schwierigkeiten und richtet schweren Schaden an, so daß sich jeder Wirtschafter begreiflicherweise solange wie möglich darum drückt, wobei die Eichenüberhälter natürlich immer schlechter werden. In dem zu diesem Zweck besonders erdachten Langerschen Kronenabschlußverfahren scheinen wir in neuester Zeit ein gutes Mittel an die Hand bekommen zu haben, die Überhälter einigermaßen schadlos auszuziehen.

Man kann vielleicht mit Recht einwerfen, daß diese älteren Eichenüberhälter aus der vorigen Generation nicht genügend sorgfältig ausgesucht und

¹ Kuhn: Kiefernstarkholzzucht. Forstwiss. Zbl. 1918, S. 41. Diese Arbeit gibt ein sehr ausführliches Literaturverzeichnis über die ganze Überhaltfrage und stellt auch sehr eingehend ihre geschichtliche Entwicklung dar.

vorbereitet worden sind. An sich müßte die Eiche sich sonst wegen ihrer Sturmfestigkeit, langen Lebensdauer und der Hochwertigkeit ihres Starkholzes besonders zum Einzelüberhalt eignen.

Ebenfalls weit verbreitet ist der Einzelüberhalt bei der Kiefer. Hier wird er gewöhnlich mit dem Kahlschlag verbunden.

Einer der ältesten Betriebe nach dieser Richtung scheint im Bamberger Hauptmoorwald bestanden zu haben, wo ihn die seinerzeitige bischöfliche Verwaltung am Ende des 18. Jahrhunderts zur Erzielung von sog. „Holländerholz“ zu Mastbäumen und Ramm-pfählen einfuhrte, und wo 200—250jährige Kiefern mit 500—600 fl. pro Stamm bezahlt worden sein sollen. Später sind aber auch dort die Preise sehr stark heruntergegangen. Nach einer Mitteilung der Revierverwaltung vom Jahre 1901¹ erzielten Stämme von 5—6 m damals nur noch 200—300 M., also 40—50 M. für den Festmeter, eine Warnung davor, bei solchen Ausnahmesortimenten für lange Dauer auch mit Ausnahmepreisen zu rechnen.

Der Kiefernüberhalt ist gerade mit Bezug auf die Erfolge im Bamberger Hauptmoor von Danckelmann und seiner Schule in den norddeutschen Kiefernwaldungen weit verbreitet worden. Als Regeln wurden folgende Gesichtspunkte aufgestellt: 1. Bessere Böden, nicht unter III. für Kiefer; 2. nicht zu viel Stämme, d. h. im Durchschnitt etwa 20 je Hektar, wobei aber wegen der unvermeidlichen Abgänge in erster Zeit zunächst 30 Stück ausgesucht werden sollen; 3. nur gerade, gesunde, astreine Wertstämme (nicht verlangt wurde besondere Stärke, weil man von den mittelstarken Stämmen noch besseren Zuwachs erwartete); 4. nur gute, volle Kronen; 5. Vorbereitung und Pflege der Überhälter in den letzten 20 Jahren vor dem Bestandesabtrieb.

In der Ausführung zeigte sich vor allem, daß die Anforderung guter, voller Kronen fast nirgends auch nur annähernd so zu erfüllen war, daß noch 20—30 Stämme je Hektar, die auch sonst bezüglich Geradschäftigkeit und Gesundheit geeignet erschienen, in den zum Abtrieb gestellten Beständen der I. Periode aufzufinden waren. Im großen Durchschnitt hat sich die Überhälterzahl anfänglich vielleicht zwischen 5—10 gehalten, ist dann aber durch Abgänge noch weitergesunken. Auch die heute noch stehenden erfüllen fast nirgends die unbedingt notwendige Voraussetzung einer genügend großen und langen (mindestens $\frac{1}{4}$) Krone. Viele haben nur kümmerliche Pinselkronen, andere sind ganz locker und schütter, noch andere einseitig.

In unseren meist erst mit 120—140 Jahren zum Abtrieb kommenden Altbeständen haben eben meist nur die stärksten Stämme solche gut ausgebildeten Kronen. Diese aber sind wieder wegen ihrer an sich schon genügenden Stammstärken nicht zum Überhalt geeignet. Den mittleren und schwächeren läßt sich in diesem Alter aber auch durch 20jährige Vorbereitung keine genügend Krone mehr anziehen. Im übrigen begegnet eine derartige Vorbereitung, die bei 20—30 Überhältern doch mindestens 40—60 Nachbarstämme längere Zeit vor dem Abtrieb entnehmen müßte, bei unseren im hohen Alter ohnehin schon lückigen und stammzahlarmen Kieferbeständen auch sonst großen Bedenken.

Über die Zuwachsergebnisse des Kieferneinzelüberhaltes liegen bisher noch keine größeren Veröffentlichungen vor. Eine von mir selbst während meiner Ausbildungszeit in der Oberförsterei Chorin angestellte unveröffentlichte Untersuchung an 81 Überhältern mittelst Bohrspanmethode ergab große Unregelmäßigkeit des Lichtungszuwachses im Freiland. Nur etwa die reichliche Hälfte der Überhälter zeigte überhaupt einen solchen. Vor allen Dingen aber trat eine solche Zuwachserhöhung bei länger übergehaltenen Stämmen in der Mehrzahl der Fälle nur in den ersten 3—10 Jahren ein, später sank der Zuwachs wieder, und die Jahrringbreite ging allmählich wieder auf und unter die Breite im Schlußstand herunter (ungefähr 1 mm und darunter). Hiernach kann man bei 100jährigen Überhalt wohl günstigstenfalls nur eine Durchmesserzunahme von etwa 20 cm

¹ Von mir s. Z. für eine Untersuchung über Kiefernüberhaltbetrieb erbeten.

erwarten. Dieses Ergebnis erscheint aber mit Rücksicht auf die sonstigen Schädigungen und die Unannehmlichkeiten des Betriebes doch zu gering. Die auch sonst schon empfohlene Beschränkung des Überhaltes auf die Weg- und Bestandesränder, wo jederzeitiger Auszug rückgängiger Stämme ohne Schaden geschehen kann, erscheint daher durchaus richtig.

Eine ganz andere Bedeutung gewinnt der Kiefernüberhaltbetrieb, wenn er frühzeitiger, etwa im Alter von 70—80 Jahren, vorgenommen wird. Solche Fälle können z. B. in Beständen gegeben sein, die durch Raupenfraß so stark durchlöchert sind, daß sie im ganzen nicht mehr zu halten sind, oder in Waldungen mit geringem Altholzvorrat und niedrigen Umtrieben.

In diesem Sinne ist auch der von Täger¹ so warm empfohlene Überhaltbetrieb für die Kiefer vielleicht günstiger zu beurteilen. Seine Erfahrungen und Untersuchungen stützten sich gerade auf solche jüngeren, ehemals von Raupen durchfressenen Bestände. Das sind aber Ausnahmefälle. Vor der Übertragung ins Große, die eine allgemeine Erniedrigung des Umtriebes und allgemeinen starken Überhalt (anfänglich 40—60, endgültig 20—30 Stämme je Hektar nach Täger) verlangte, hat schon Danckelmann² s. Z. nachdrücklich gewarnt.

Das Ziel der Starkholzzucht bei der Kiefer dürfte auf guten Böden viel besser durch Lichtungsbetrieb in besonderen Beständen Hand in Hand mit Buchenunterbau zu erreichen sein, um so mehr, als der Bedarf an sehr starkem Holz (über 50—60 cm Brusthöhendurchmesser) doch nur ein verhältnismäßig geringer ist. Allerdings werden sich mit der unverkennbaren Abnahme der überalten Kiefernbestände auch in den Staatswaldungen Norddeutschlands diese Verhältnisse in der Zukunft vielleicht etwas anders stellen. Aber auch dann würde sich die Nachfrage wohl durch entsprechend vermehrte Bestimmung von geeigneten Beständen zur Starkholzzucht auf dem Lichtungs- und Unterbauwege decken lassen.

Horstweiser Überhalt. Die ungünstigen Erfahrungen, die man mit dem Einzelüberhalt der Eiche wegen der starken Wasserreiser- oder Klebastbildung gemacht hatte, haben besonders im Spessart zu einer besonders ausgebauten Form des horstweisen Überhaltes geführt, der als „Eichenkompositionsbetrieb“ oder „Spessarter Kompositionswirtschaft“ bekanntgeworden ist.

Die Grundzüge dieses Verfahrens sind in den Wirtschaftsregeln für den Spessart von 1888³ festgelegt. Die für den Überhalt bzw. die „Überführung“ in den zweiten Umtrieb zu bestimmenden Horste, die nicht zu klein (nicht unter 1 ha) sein sollen, werden schon frühzeitig gepflegt und vorbereitet. Schlechte Stämme sind zu entfernen, die Durchforstung soll namentlich nach Vollendung der astreinen Schaftausbildung durch häufigere oder etwas stärkere Eingriffe für genügende Kronenentwicklung sorgen. Eingesprengte mitwüchsige Buchen sind u. U. durch frühzeitiges Köpfen zurückzuhalten, unterständige dagegen zu erhalten. Sind die Eichenhorste rein, so sind sie rechtzeitig zu unterbauen. Die Horste sind dann an den Rändern vorsichtig von dem umgebenden Bestand, den meist die Buche bildet, loszulösen und schon etwa 25—30 Jahre vor der eigentlichen Hauptverjüngung des Zwischenbestandes mit einem etwa 30—40 m breiten Jungholzgürtel zu umgeben, der die überzuhaltenden Horste nach außen schützen, „umfüttern“ soll. Diese Überhalthorste bleiben dann bei der Hauptverjüngung stehen und sollen noch durch einen oder auch zwei Umtriebe hindurch weiterwachsen. Beim nächsten Abtrieb werden je nach Umständen und Raum weitere Horste vorbereitet und übergehalten, damit für die später zu nutzenden ältesten

¹ Referat bei der 14. Versammlung dtsch. Forstm. in Görlitz 1885. — Täger: Zum zweihiebigen Kiefernhochwaldbetrieb. Tharandter forstl. Jb. 1887.

² In der Diskussion zum Tägerschen Referat auf der Forstversammlung in Görlitz.

³ Vanselow: Die Waldbautechnik im Spessart, S. 115. Berlin 1926.

250—300-jährigen Horste wieder Ersatz da ist. Auf diese Weise hoffte man sich dauernd und nachhaltig eine Möglichkeit zur Nachzucht jener hochwertigen Starkeichen zu schaffen, die ja als höchstbezahlte Hölzer des deutschen Waldes berühmt geworden sind. Heute ist diese Form aber auch meist wieder verlassen oder stark verändert worden.

Einen horstweisen Überhalt von Eichen, aber auch Eschen, Ahorn und Nadelhölzern im Buchengrundbestand stellt auch „die Homburgsche Nutzholzwirtschaft“ dar¹. Der Überhalt solcher Horste und Gruppen soll ebenfalls durch vorsichtige rechtzeitige Freihiebe vorbereitet werden. Die Verjüngung der Buche im Hauptbestand soll aber schon frühzeitig, etwa mit 70 Jahren (!) durchgeführt werden. Bei dieser Verjüngung sind gleichzeitig künstlich oder, wenn sich Gelegenheit dazu bietet, auch im Wege der natürlichen Verjüngung Horste von Eiche, sonstigen Edelhölzern, auch Lärche, Weimutskiefer, Tanne oder Fichte anzulegen, die zum Überhalt im nächsten Umtriebe dienen sollen. Der Überhalt dieser Horste und Gruppen sollte sich auch über 2—3 Umtriebe der Buche erstrecken. Der Betrieb hat sich in dieser Form kaum in der Praxis eingebürgert und ist wohl nur auf dem Papier stehen geblieben. Das Hauptbedenken dagegen muß heute, wo die Buche nicht mehr bloß Brennholzwert hat, sondern auch als stärkeres Nutzholz gut bezahlt wird, gegen den niedrigen Buchenumtrieb geltend gemacht werden. Die Verhältnisse liegen heute eben anders als zu Zeiten Homburgs.

Lichtungsbetriebe. Eine der älteren hierhergehörigen Formen war der von G. L. Hartig empfohlene², und von seinem Bruder Ernst Friedrich Hartig im Fuldaischen eingeführte sog. Buchenkonservationshieb. Es war ein ausgesprochener Frühlichtungsbetrieb, bei dem schon im Stangenholzalter mit 30—50 Jahren eine so starke Lichtung stattfinden sollte, daß nur etwa 500—700 Stangen stehenblieben. Der Boden sollte durch Stockausschlag gedeckt und durch diesen auch eine Auffüllung von unten her erreicht werden. Später sollte im mannbaren Alter des Oberbestandes nach Aushieb des Stockausschlages natürliche Verjüngung im Dunkelschlag erfolgen. Der Betrieb wurde daher auch „temporelle Mittelwaldwirtschaft“ genannt. Der Unterstand hat aber wegen der schlechten Stockausschlagfähigkeit der Rotbuche meist versagt. An dem Stangenoberholz trat vielfach Rindenbrand ein, viele Stangen wurden auch durch Schneedruck umgebogen. Man kann in den älteren Taxationsschriften der westdeutschen Buchenreviere noch hier und da die Klagen der nachfolgenden Wirtschaftler über den schlechten Zustand der aus diesem Betrieb überkommenen Bestände finden. Seinen Namen „Konservationshieb“ hat er jedenfalls sehr zu Unrecht geführt!

Sehr viel erfolgreicher und bedeutsamer war der vom hannöverschen Oberforstmeister von Seebach um 1830 im Solling eingeführte „modifizierte Buchenhochwald“³. Dieser war ein Spätlichtungsbetrieb, der erst mit 70—80 Jahren einsetzte und in einem starken Lichtungshieb etwa reichlich die Hälfte bis zwei Drittel der Masse entnahm, so daß nur ein Schirmbestand von 0,4—0,3 in gleichmäßiger Verteilung über der Fläche stehenblieb. Der Lichtungshieb sollte möglichst in einem Samenjahre erfolgen und die Bodenbedeckung durch Naturbesamung eintreten. Wo diese etwa versagte, sollte künstlich mit Buche, u. U. auch mit Fichte, unterbaut werden. Der Bestand blieb dann noch 30—40 Jahre in seiner Stellung. Während dieser Zeit sollte ein starker Lichtungszuwachs erfolgen, und sollten sich die Kronen so weit wieder schließen, daß der Unterstand wieder verging oder doch nur schwach blieb. Die Hauptverjüngung erfolgte dann zwischen dem 100.—120. Jahre in einem Samenjahre, wobei der Unterstand ausgezogen oder ausgerodet wurde, was gleichzeitig der Bodenverwundung dienen sollte (Abb. 231 a u. b).

¹ Homburg: Die Nutzholzwirtschaft im geregelten Hochwaldüberhaltbetrieb und ihre Praxis. Kassel 1878. Ferner mehrere Artikel desselben Verfassers in: Allg. Forst- u. Jagdztg. 1879, S. 275; 1881, S. 365; 1892, S. 4; Forstwiss. Zbl. 1884, S. 209.

² Hartig, G. L.: Anweisungen zur Taxation und Beschreibung der Forste, S. 68. 1795. — Die Forstwissenschaft nach ihrem ganzen Umfange, S. 68. 1831.

³ Seebach, v.: Der modifizierte Buchenhochwaldbetrieb. Pfeils Krit. Blätter Bd. 21, H. 1, S. 147. — Ferner Ertragsuntersuchungen im Buchenhochwalde. Ebenda Bd. 23, H. 1, S. 74. — Weitere Artikel desselben Verfassers in: Monatsschr. f. d. Forst- u. Jagdwes. 1858, S. 428; 1863, S. 89 u. 121. — Verhandlungen d. Hils-Solling-Forstver. 1861 u. 1862.

Der Betrieb war ein Kind der Not und von seinem Begründer auch nur für Ausnahmefälle erdacht, wie sie s. Z. im Solling durch große Brennholzberechtigungen bei heruntergewirtschafteten Waldverhältnissen vorlagen. Gleichzeitig sollte dadurch auch die damals noch übliche Streuentnahme eingeschränkt werden, da diese durch den dichten Unterstand auf größeren Flächen von selbst unmöglich wurde. Der Seebach-Betrieb hat tatsächlich auf allen besseren Böden voll die Erwartungen erfüllt, die man nach dieser Richtung an ihn geknüpft hatte. Die Berechtigungen an Brennholz konnten erfüllt werden, ohne daß die alten Bestände weiterverlichtet wurden oder gar Kahlschläge einsetzen mußten, die zum reinen Nadelholz geführt hätten. Der Lichtungszuwachs ist sehr beträchtlich gewesen¹ und soll tatsächlich vielfach 4—5% betragen haben,

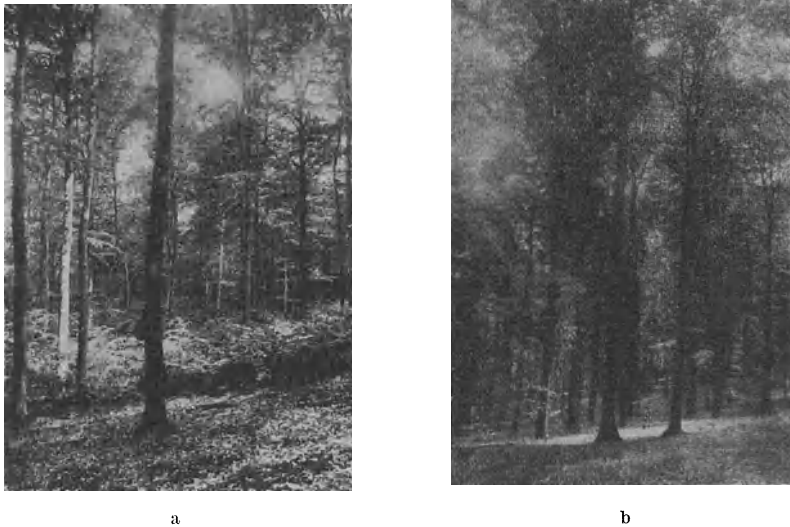


Abb. 231a und b. v. Seebachscher Lichtungsbetrieb in Buche (im Solling).
Lichtbildersammlung des Möller-Instituts, Eberswalde.

- a) Lichtungsfläche mit älterem, dicht geschlossenem Buchenunterstand (deutlicher Schattenhabitus mit überhängenden Wipfeln).
b) Lichtungsfläche nach Aushieb des Unterstandes zur Hauptverjüngung.

wie es v. Seebach auf Grund seiner Beobachtungen und Messungen vorausgesagt hatte. Noch heute werden im Solling einige Versuchsbestände in z. T. etwas abgeändertem Verfahren (mehrmalige, allmähliche Lichtung) und von den Versuchsanstalten einzelne Seebach-Flächen zur Beobachtung des Zuwachsganges weitergeführt. Für die heutige Anwendung im großen ist der Seebach-Betrieb aber doch nicht mehr geeignet, da der Lichtungshieb selbst zu viel schwaches Holz entnimmt, von dem ein Teil noch zu größeren Stärken und wertvollerem Nutzholz heranwachsen könnte, ohne die Zuwachsentwicklung der Zukunftsstämme zu beeinträchtigen. Mit der Ablösung der Berechtigungen und der besseren Verfassung unserer heutigen Buchenaltbestände hat dieser höchst interessante und zu seiner Zeit höchst leistungsfähige Betrieb² eben seine innere Berechtigung verloren.

¹ Kraft: Über die Ergebnisse des v. Seebachschen modifizierten Buchenhochwaldbetriebes nebst Beitrag zur Zuwachslehre. Aus dem Walde 1876, H. 7, S. 40. — Schwappach Die Rotbuche. 1911.

² Vgl. dazu Burckhardt: Säen und Pflanzen, 5. Aufl., S. 109; Aus dem Walde Bd. 7, S. 40. — Ferner Wallmann: Ber. über die Versammlung d. dtsh. Forstm. in Hannover 1881, S. 169.

Betriebsformen für die Buche, die zwischen Überhalt- und Lichtungsbetrieb standen, waren der sog. Langensche Stangenholzbetrieb und der Burckhardt'sche zweihiebige Buchenhochwald¹. Beide beließen, der erstere in noch jugendlichem Alter, der zweite im späteren Alter einen reichlichen Überhalt bei der Verjüngung, aus dem bis zur Wiederverjüngung so viel Starkholz erwachsen sollte, daß etwa die Hälfte der Fläche immer diesem Zweck, die andere dem Zwischen- und Unterstand gewidmet sein sollte. Größere Bedeutung haben beide Formen aber nicht erreicht.

Ein Lichtungsbetrieb für die Eiche mit gleichzeitigem Buchenunterbau ist von Burckhardt besonders im Hannöverschen eingeführt und ausgebildet worden². Er sollte ziemlich spät zwischen dem 70.—90. Jahre einsetzen. Die Lichtung sollte Hand in Hand mit gleichzeitigem Buchenunterbau vorsichtig und allmählich vor sich gehen und in mehrmals wiederholten Hieben immer mehr die besten und stärksten Stämme in den Vordergrund schieben. Am Schluß des stark verlängerten Umtriebes sollten nur noch 90 Starkeichen von einem mittleren Durchmesser von 50 cm stehen, wie sie Burckhardt in einzelnen von ihm so behandelten Beständen vorweisen konnte. Der Betrieb zeichnet sich durch sein vorsichtiges Vorgehen aus. Er ist im übrigen mit kleinen Abweichungen überhaupt die Form des in Deutschland hier und da üblichen Lichtungsverfahrens in älteren und jüngeren Eichenbeständen und mit mehr oder minder gutem Erfolg bis in die neueste Zeit hinein durchgeführt worden. Eine Reihe von Lichtungsversuchsflächen zur Beobachtung des Zuwachsganges sind von den verschiedensten deutschen Versuchsanstalten angelegt worden, werden aber natürlich erst nach längerer Zeit bzw. beim Abtrieb ein abschließendes Ergebnis bringen können.

Einen Lichtungs- bzw. Überhaltbetrieb mit Kiefer, Lärche und Eiche im Oberbestand und Schatthölzern, wie Tanne, Buche und Hainbuche, möglichst aber noch gemischt mit Lichthölzern, wie Eiche, Birke und Lärche im Unterbestand, stellt der Erdmannsche zweialtrige Hochwald in Neubruchhausen (jetzt Erdmannshausen) im nordwestdeutschen Heidegebiet dar³. Er ist hauptsächlich aus den Erdmannschen Anschauungen über die Behandlung des Bodens mit seiner Gefahr der Rohhumusbildung im dortigen humiden Klima entstanden. Kahlschlag sei in vielen Fällen unangebracht, weil er zu Verdichtung des Bodens durch Regenschlag führe, der zehrenden Wirkung des Windes Raum gebe und die Nachzucht der Buche und Tanne auch als Mischholz ausschließe. Da zudem auf den erkrankten Böden ein höherer Umtrieb wenigstens bei den bisherigen Reinbeständen nicht möglich ist, und man sonst ganz auf stärkeres Holz verzichten müsse, will E. dieses im Wege des zweialtrigen Betriebes gewinnen, der auch im übrigen die Nachteile des Kahlschlages und der gleichstufigen Reinbestände mit zu überwinden helfen soll. Zu diesem Zweck werden die Bestände, meist reine Kiefern, im angehenden Baumholzalder stark durchlichtet, und zwar auf etwa 0,3 Vollbestand. Hand in Hand damit findet ein Unterbau mit Buche und Tanne in möglichster Mischung mit den obengenannten Lichthölzern statt. Vorhergehen soll eine vollständige Entfernung der

¹ Vgl. zu beiden: Burckhardt: Säen und Pflanzen, 5. Aufl., S. 107 u. 133. — Beling: Der Stangenholzbetrieb. Forstl. Blätter 1874, S. 148.

² Burckhardt: Säen und Pflanzen, 5. Aufl., S. 26; Aus dem Walde, H. 9, S. 62ff.

³ Erdmann: Die Erkrankung der Waldböden, ihre Ursachen und Wege zur Heilung. Bericht über die 44. Versammlung d. Ver. mecklenburg. Forstw. in Schwerin 1923. — Bodenerkrankung. Sonderh. d. Forstver. f. Westfalen u. Niederrhein 1924. — Waldbau auf natürlicher Grundlage. Z. f. Forst- u. Jagdwes. 1926, S. 3. — Hassenkamp: Der Einfluß von Standort und Wirtschaftsführung auf die Rohhumusbildung in der Oberförsterei Erdmannshausen. Ebenda 1928, S. 3. — Entgegnung von Erdmann: Die Grundlagen der Wirtschaftsführung in der Oberförsterei Neubruchhausen von 1892—1924. Ebenda 1928, S. 585.

Rohhumusschicht bis auf den Mineralboden. Wo eine Abgabe des Rohhumus wie in Erdmannshausen nicht möglich ist, wird derselbe in Wällen auf den Zwischenstreifen zusammengebracht. Die Ausführung des Unterbaus auf den freigelegten Streifen geschieht durch breitwürfige Saat, um den Boden möglichst rasch und voll zu decken.

Wir haben es bei dieser Betriebsform also auch mit besonderen Ausnahmezuständen zu tun. Ihre Einführung zielt nicht in erster Linie auf die Erzielung von Starkholz durch Lichtungszuwachs, sondern mehr auf die Herstellung eines gesunden Bodenzustandes ab. Im übrigen muß hierfür, sowie für die neuerdings dabei zutage getretenen Gegensätze, auf die angeführte Literatur verwiesen werden.

Eine vorübergehende Form des zweistufigen Hochwaldes wird sich auch vielfach in den mit Buche und oft auch reichlich mit Traubeneiche im Unterstand durchsetzten Kiefernstangenhölzern ergeben, auf denen die Entwicklung des Unterstandes so hoffnungsvoll erscheint, daß man seine Hereinziehung in den Oberbestand oder auch seine Benutzung als zweite Generation ins Auge fassen kann. Besonders wird das auf ehemaligen Laubholzböden der Fall sein. Der zweialtrige Betrieb würde hier eine Form der Übergangswirtschaft darstellen.

Ein Lichtungsbetrieb besonderer Art, der vor einigen Jahrzehnten sehr viel von sich reden gemacht hat, ist der von Gustav Wagener, Forstrat im fürstl. Castellschen Waldbesitz in Südwestdeutschland¹. Es war ein ausgesprochener Frühlichtungsbetrieb, der in den dortigen Laub- und Nadelholzmischbeständen schon mit 30—40 Jahren, unter Umständen sogar noch etwas früher, einsetzen sollte. Die besonders zu pflegenden Haubarkeitszukunftsstämme aller geeigneten Holzarten sollten bis zum Beginn der ersten Umlichtung nur auf etwa 10 m frei von lebenden Ästen sein, um wenigstens eine gewisse astreine Schaftlänge zu gewährleisten. (Ob das im 30—40jährigen Alter je zu erreichen ist, scheint aber höchst fraglich!) Dann sollte etwa alle 4—5 m ein solcher Zukunftsstamm so fregehauen werden, daß seine Krone allseitig etwa 60 cm von denen der Nachbarstämme entfernt war. Anfangs sollte der Zwischenbestand geschlossen gehalten, gegen Ende aber mit durchlichtet werden. Die Umlichtungen sollten sich je nach Bedarf so oft wiederholen, als die Zukunfts-kronen wieder in Gefahr kämen, seitlich bedrängt zu werden. Wo es sich um Lichthölzer handelte, sollte gruppenweiser Unterbau mit Schatthölzern erfolgen. Wagener wies wohl mit Recht darauf hin, daß nur ein frühzeitiger Beginn der Umlichtungen im wuchskräftigsten Alter noch einen wirklich bedeutenden Lichtungszuwachs erzielen könnte. Er hoffte so in einem nur 80jährigen Umtriebe Erntestämme mit 30—35 cm in Brusthöhe zu gewinnen. Auch dieser Betrieb ist aus den Ausnahmeverhältnissen zu verstehen, die in den dortigen Waldungen vorlagen. W. hatte nämlich alte Mittelwälder in Hochwald zu überführen und wollte daher zur Erfüllung des dadurch geschmälerten Abnutzungssatzes stärker in jüngere Bestände eingreifen und frühzeitig einigermaßen handelsfähiges Nutzholz erziehen. Die Bedenken gegen eine Übertragung und Verallgemeinerung hat Danckelmann bei aller Anerkennung der reformatorischen Gedanken Wagensers seinerzeit in einer ausführlichen Entgegnung² sehr klar und einleuchtend zusammengefaßt.

Im Zusammenhang mit den Gedanken Wagensers empfahl Ulrich³ einen frühzeitigen Lichtungskulissenbetrieb für Buche mit Beschränkung auf 15—20 m breite

¹ Wagener, G.: Der Waldbau und seine Fortbildung. Stuttgart 1884. — Die Fortbildung des Waldbaues. Allg. Forst- u. Jagdztg. 1887, S. 7ff.

² Danckelmann: Waldbauliche Theorien und Reformbestrebungen von Gustav Wagener. Z. f. Forst- u. Jagdwes. 1887, S. 329ff.

³ Ulrich: Lichtwuchsbetrieb im Buchenhochwald. Forstwiss. Zbl. 1888, S. 166. — Lichtwuchskulissenbetrieb. Z. f. Forst- u. Jagdwes. 1894, S. 591.

Kulissen mit 40—60 m breiten, senkrecht zum Wind verlaufenden Zwischenstreifen, die zunächst Schutz gegen Vergrasung, Laubverwehung und Bodenaushagerung bilden sollten, um gegen Ende des Verfahrens, zwischen dem 70.—90. Jahre, ebenfalls gleichmäßig mit durchlichtet zu werden.

Ähnlich wollte Borgmann sen.¹ (Oberaula) einen gruppen- und horstweisen Lichtungsbetrieb für Fichte und Tanne in zunächst etwa 10 a großen, sich allmählich vergrößernden Horsten, deren Lichtstellung von der Mitte aus nach außen hin allmählich abnehmen sollte. Vom 75. Jahre an erwartete er den Beginn einer femelschlagartigen Verjüngung in den Horsten. Beide Betriebe haben aber trotz einzelner beachtenswerter Gedanken keine praktische Bedeutung erlangt.

Ein weiterer Lichtungsbetrieb, der ebenfalls von selbst zur Verjüngung und schließlich sogar zu einem plenterartigen Waldaufbau hinführen sollte, war der von Forstmeister Vogl auf der Herrschaft Kogl im österreichischen Gebirge². Vogl begann mit seinen Lichtungen in den dortigen Fichten × Tannenmischwäldern ziemlich spät, zwischen dem 50.—70. Jahre, nach vorher schon langsam gesteigerten Durchforstungen. Die Lichtungshiebe sollten aber erst die zurückbleibenden Stämme entnehmen! Bis zum 60.—70. Jahre sollte die Stammzahl durch häufiger wiederkehrende Hiebe auf 300 bis 400 Stück, bis zum 100. Jahre auf nur 200—250 zurückgeführt werden. Bei einer Durchschnittsstärke von 3 fm je Stamm sollte der Bestand dann immer noch 600—700 fm Vorrat haben. Die Bodendeckung geschah durch natürliche Verjüngung und reichlichen Einbezug aller nur irgendwie brauchbaren Vorwüchse. Dieser zunächst nur als Unterbaudienende Naturanwuchs sollte aber durch femelschlagartige Hiebsführung allmählich zur weiteren Bestandesbildung herangezogen werden. Das Verfahren läuft damit schließlich auf plenterartigen Betrieb hinaus. Die Beurteilung ist im allgemeinen sehr anerkennend³. Besonders werden die hohen Zuwachsleistungen und die frühe Erreichung großer Stammstärken hervorgehoben. Auch Martin⁴ hat im allgemeinen sehr befriedigende Waldbilder gefunden, macht aber doch gewisse Einwendungen gegen einzelne Maßregeln.

Ein hierher gehöriger Betrieb ist auch noch die Borggrevesche Plenterdurchforstung, die ebenfalls, aber durch Aushieb der stärksten Stämme und schließliche Schirmschlagstellung in die Verjüngung überleiten sollte (vgl. S. 458). In dieser Form als Sonderbetriebsart wurde sie auch Borggrevescher Reformwald genannt.

Schließlich ist hier wegen der Bedeutung seines Erfinders auch noch der Kleinbestandswald von H. Mayr zu nennen, obwohl er nie irgendwo in die Praxis übersetzt worden ist. Am Schluß seines Waldbaues empfiehlt H. Mayr diese Form für alle Waldungen der Welt, vom Nadelwald Europas bis zum tropischen Regenwald von Afrika, Amerika und Asien, als die universelle, überall anwendbare und zweckmäßigste Betriebsform! Mayr will einen Wald, der aus lauter kleinen 0,3—3,0 ha großen Einzelbeständen zusammengesetzt ist, die in sich rein, aber gegeneinander gemischt, d. h. von anderen Holzarten gebildet sind. Nur bei sehr gleichmäßigen Bodenverhältnissen soll die Einheit bis zu 5 ha steigen und darf dieselbe Holzart auf größeren Flächen vorkommen. Die Nachbarbestände sollen dann wenigstens größere Altersunterschiede zeigen (Ersatz der Holzarten- durch Alterklassenmischung). Die Kleinbestände bilden auch die Wirtschaftseinheiten (Abteilungen bzw. Unterabteilungen). Jede wird im 40.—50. Jahre nach vorangegangenen Durchforstungen in den Lichtungsbetrieb übergeführt und unterbaut. Dieser Unterbau soll im allgemeinen nur Bodenschutzholz bleiben und nur auf den besten

¹ Borgmann, H.: Horst- und gruppenweise Lichtwuchsdurchforstung. Z. f. Forst- u. Jagdwes. 1893, S. 689; 1895, S. 630.

² Vogl: Aus der Praxis 25jähriger Forstfinanzwirtschaft. Österr. Vierteljschr. f. Forstwes. 1887, S. 315. — Die Forste der Herrschaft Kogl. Ebenda 1889, S. 303. — Zum Lichtungsbetrieb. Allg. Forst- u. Jagdztg. 1902, S. 270.

³ Heck: Forstliche Reisebilder. Allg. Forst- u. Jagdztg. 1905, S. 53; 1912, S. 312. — Josef Vogl in Salzburg. Ein Lebensbild. Ebenda 1919, S. 251.

⁴ Martin: Kritische Vergleichen der wichtigsten Maßnahmen usw. Z. f. Forst- u. Jagdwes. 1901, S. 517 u. 589.

Bonitäten und unter Lichthölzern auch einmal zum Füll- und Treibholz aufwachsen. Die Ernte des Oberbestandes tritt dann ein, wenn sie von der Forsteinrichtung gewünscht wird. Die Verjüngung soll auf natürlichem Wege durch lichte Schirmschlagstellung mit Entnahme der Hälfte aller Stämme erfolgen. Diese und der Unterstand sind zum Zwecke der Bodenverwundung zu roden. Mit 1—2 Nachhieben wird rasch geräumt, die Verjüngung kann in 5—6 Jahren vollendet sein. „Alle unsere bisherigen Erfahrungen über Naturverjüngung müßten Lüge sein, wenn nicht eine gründliche Besamung der Fläche eintreten würde“ (?).

Nur im tropischen Wald soll wegen der Fülle der Unhölzer, die sich dort vordrängen, auch Kahlschlag mit künstlicher Kultur eintreten.

Es würde hier zu weit gehen, auf alle Bedenken einzugehen, die einer solchen Wirtschaft im einzelnen entgegenstehen. Das hauptsächlichste einrichtungs- und verwaltungstechnischer Art, daß nämlich ein solcher Wald aus Tausenden von kleinsten Wirtschaftseinheiten bestehen würde — man könnte ihn mit Fug und Recht Mosaikwald nennen —, hat Mayr schon selbst berührt, ebenso das damit zusammenhängende Problem der vielen Randwege, welche alle diese Kleinbestände zur jederzeitigen Zukömmlichkeit umgeben sollen. Er hat dies alles aber sehr leicht genommen und souverän abgetan. (Man bedenke die Mehrfülle der Buchungen für die vielen Einheiten, die Zersplitterung des Hiebes, das unaufhörliche Zickzack der Wege u. a. m.). Ein solcher Wald würde den Gipfel der Unübersichtlichkeit und räumlichen Unordnung mit allen ihren Folgen (Sturmschäden, Frostlöcher, Randwirkungen ohne Ende u. a. m.) bedeuten. Er könnte allenfalls nur für kleinste Wirtschaften, aber niemals für große Waldungen, geschweige denn für den notwendigerweise immer extensiv zu behandelnden Urwald in Frage kommen. Trotzdem ist in den zugrunde liegenden Gedanken, wie es bei der Bedeutung dieses Mannes fast selbstverständlich erscheint, doch auch manches Wahre und Beachtenswerte (Schwierigkeit der Einzelmischung, Möglichkeit der Berücksichtigung kleinster Bodenunterschiede bei der Holzartenwahl, richtige Begrenzung des Unterbauzwecks u. a. m.). Der Versuch, den Kleinbestandeswald in der Mayrschen Form in die Tat umzusetzen, ist trotz der Autorität seines Erfinders meines Wissens wohl nirgends, nicht einmal im Kleinbetriebe, gemacht worden und wird wohl auch in Zukunft nicht eher gemacht werden, als man vielleicht einmal zu kleinen und kleinsten Verwaltungsbezirken und Einzelwaldungen kommen sollte.

Sonstige Nebenformen. Schließlich sind hier noch einige ältere Nebenformen zu erwähnen, die allerdings nur rein geschichtliches Interesse haben. Sie dienten meist einer vorübergehenden Benutzung des Bodens zur Landwirtschaft.

Hierher gehört z. B. der früher weitverbreitete uralte Röderwaldbetrieb, der als Hochwaldform ein Seitenstück zu den niederwaldartigen Formen der Hauberge u. ä. Betriebe (vgl. S. 483) bildet. Der Wald wurde in kurzen Umtrieben bewirtschaftet. Nach Abtrieb und Rodung sowie Abbrennen des Reisigs und des Bodenüberzuges erfolgte eine mehrjährige Benutzung zur Landwirtschaft (Buchweizen, Roggen usw.) und dann die künstliche Wiederaufforstung, teilweise durch Saat unter Getreidedeckfrucht.

Eine andere Form, die sich noch bis in neuere Zeit hier und da fand, war der sog. Waldfeldbau oder die Waldfeldwirtschaft. Bei ihr bildet eine vorübergehende landwirtschaftliche Benutzung mehr ein Mittel zur kostenlosen und gründlicheren Bodenbearbeitung für den Wald. Sie kam besonders auf schweren Böden, wie z. B. den Aueböden, noch lange in Anwendung, vielfach nur in der Form des Zwischenbaus von Hackfrüchten (Kartoffeln, Rüben) zwischen den Saat- und Pflanzstreifen, in anderen Fällen aber auch als mehrjähriger Voranbau von Halm- und Hackfrüchten, ist aber in der neuesten Zeit infolge der veränderten Arbeiterverhältnisse u. a. m. ebenfalls ganz aufgegeben.

Eine ganz untergeordnete Rolle hat der von Cotta empfohlene Baumfeldbetrieb gespielt, bei dem eigentlich die Landwirtschaft im Vordergrund stand. Es handelte sich dabei um sehr weitständige Holzpflanzungen, zwischen denen so lange Feldbau getrieben werden sollte, bis die hochwachsenden Bäume dies unmöglich machten.

Eine Erwähnung verdienen noch die ehemaligen Hute- oder Pflanzwäldungen, bei denen man in ebenfalls sehr weitem Verbands Eichen- und Buchenheister pflanzte, damit dazwischen noch lange recht viel Gras zur Rindviehweide wachsen könnte, und die Bäume später reichliche Mast zur Schweineweide brächten. Dies hing größtenteils mit den Berechtigungen der ländlichen Gemeinden im Walde zusammen. Die letzten Reste solcher alten Hute-wäldungen kann man auch heute noch hier und da in West- und Süddeutschland finden.

5. Saumschlagformen.

Schon beim Kahlschlag und bei einzelnen Lichtungsbetrieben fanden wir das Bestreben, die Schlagflächen zu strecken, sie streifenförmig auszuziehen und

dann in einer bestimmten Folge aneinanderzureihen. Ganz ausgeprägt trat dies schon beim bayerischen Saumfemelschlag hervor. In allen diesen Fällen ist es mehr oder minder bewußt der Gedanke einer räumlichen Ordnung der Ernte und Verjüngung, damit aber auch einer Ordnung der entstehenden Bestände und des Waldaufbaus gewesen, der zu solchem Vorgehen geführt hat.

Chr. Wagners Blendersaumschlag. Seinen vollendetsten Ausbau hat dieser Gedanke dann in dem von Chr. Wagner ausgearbeiteten „Blendersaumschlag“ gefunden.

Wagner hat diese Betriebsform in seinen beiden großen Werken „Die Grundlagen der räumlichen Ordnung im Walde“ und „Der Blendersaumschlag und sein System“ in gründlichster, weit ausholender und alle Wirkungen in Betracht ziehender Weise theoretisch begründet. Gleichzeitig wurden seine Gedanken praktisch in dem ihm unterstellten Revier Gaildorf i. Württemberg, Besitz des Grafen Pückler-Limpurg, zur Ausführung gebracht. Nach seinem Weggang von dort durch Berufung als Hochschullehrer nach Tübingen hat sein Nachfolger, Forstmeister Rau, den Betrieb in seinem Sinne und in steter Verbindung mit ihm getreulich weitergeführt. Der Blendersaumschlag kann dort schon auf ein Alter von fast 30 Jahren zurückblicken, wobei



Abb. 232. Die Durchführung des Blendersaumschlags in Gaildorf. Der Hiebsfortschritt vom Jahre 1902 (oben) bis 1921 (unten). Aufn. von Flury.

freilich zu bedenken ist, daß die Umstellung der Wirtschaft im Anfang wohl erst langsam vor sich gegangen ist. Immerhin zeigt der Wald dort heute schon eine tiefgreifende Erfassung der meisten Bestände durch das neue Verfahren (vgl. dazu die Kartenabbildung 232). In anderen Revieren sind bisher nur kleinere und erst kurzfristige Versuche angestellt worden. Die genannten beiden Schriften Wagners haben nicht nur durch den eigenartigen Aufbaugedanken seines Blendersaumschlages, sondern ebenso durch die tieferschürfende Behandlung aller allgemeinen Fragen des Waldbaus, aber auch des Forstschatzes und der Forsteinrichtung in allen forstlichen Kreisen des In- und Auslandes Aufsehen erregt und weite Verbreitung gefunden. Das Gaildorfer Revier ist als Musterrevier für den Blendersaumschlag genau so ein forstlicher Wallfahrtsort geworden wie früher die Kelheimer Wäldungen für den bayerischen Femelschlag, wie Langenbrand für den Schirmkeilschlag und neuestens Bärenthoren für den Kieferndauerwald.

Wagner fand die Forderungen der räumlichen Ordnung in bezug auf die Ausnutzung der natürlichen Produktionskräfte, auf Sicherung des Betriebes, auf

technische Eigenschaften und Nutzung der Produkte, endlich auch in bezug auf die statischen Gesichtspunkte am besten erfüllt in dem stetig fortschreitenden, geradlinigen Saumschlag, der in breiter Front über die Fläche geht und einen senkrecht zur Schlagfront abgestuften Waldaufbau schafft. Die Tiefe des Bestandes von einer Schlagfront zur anderen soll dabei immer verhältnismäßig nur kurz sein. Daraus ergibt sich für den gesamten Wald



A = Angriffslinie
Abb. 233. Profil des idealen Blendersaumschlagwaldes.
Nach Chr. Wagner.

das eigentümliche Bild von lauter einseitig abfallenden Wellen, oder wie man auch etwas nüchterner gesagt hat, von lauter neben- und hintereinander liegenden Pultdeckeln (vgl. Abb. 233).

Die jedesmal zwischen dem ältesten und jüngsten Saum liegende Fläche heißt Schlagreihe. Sie bildet die Bestockungseinheit. Gleichartige Bestände gibt es nicht mehr oder doch nur in der Richtung des schmalen Saumes. Senkrecht dazu zeigt sich volle Ungleichaltrigkeit und Abstufung. In dieser Kombination von Gleichstufigkeit nach der einen und Abstufung nach der anderen, senkrechten Richtung liegt zweifellos ein ganz neuer und genialer Baugedanke. Ganz von selbst müssen sich hier die Vorzüge der Gleichstufigkeit (Übersichtlichkeit, gleichzeitige Hiebsreife, erleichterte Ernte u. a. m.) mit denen der Ungleichstufigkeit, hier richtiger einer geordneten Abstufung (Schutz gegen Gefahren, Bodenpflege u. a. m.) verbinden oder doch verbinden lassen. Für die Breite und Tiefe der Schlagreihen bestehen keine bindenden Vorschriften. Im allgemeinen sollen sie nur möglichst breit und kurz sein. Die Breite wird meist schon durch vorhandene geeignete Bestandesränder, Geländelinien u. dgl. gegeben, die Tiefe kann mehr oder minder willkürlich gewählt werden. In Gaidorf beträgt sie heute durchschnittlich von Aufhieb zu Aufhieb etwa 200—300 m.

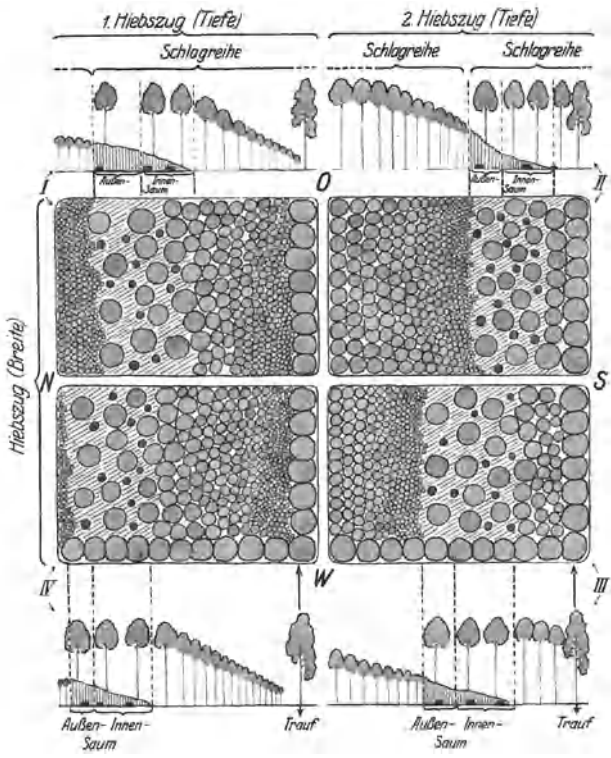


Abb. 234. Schema des Blendersaumschlagbetriebes.
Entworfen von Dengler.

Mehrere hintereinanderliegende Schlagreihen können bei Gleichartigkeit des Geländes, des Bodens usw. zu einem Hiebszug zusammengefaßt werden, der die Schlagreihen in einen festen Verband bringt und sie nach außen durch Bildung besonderer sturmfester Traufe zu schützen hat. Solche Traufe, am besten aus mehreren Reihen alter, tiefbekronter Eichen gebildet, sollen an allen West- und Südrändern der Hiebszüge angelegt werden. Der Wind- und Sonnenschutz im Innern der Hiebszüge wird durch die Abstufung der Schlagreihe gewährleistet (Deckungsschutz). Man vergleiche zum ganzen Aufbau das Schema Abb. 234 in Grundriß und Aufriß.

Obwohl in diesen Grundlinien das eigentlich Wesentliche des Blendersaumschlags liegt, so ist er in der forstlichen Welt doch noch mehr durch die

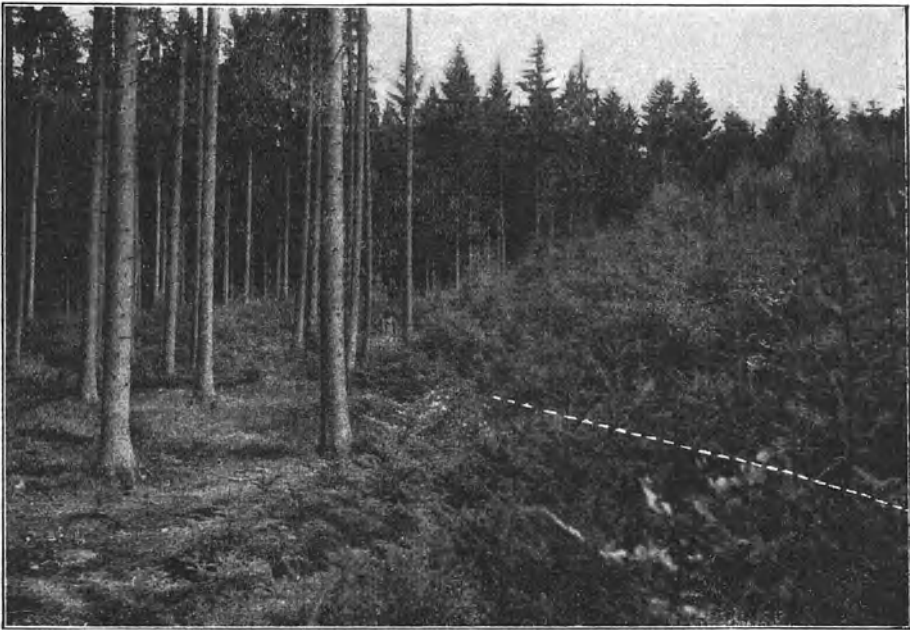


Abb. 235. Nordrand des Blendersaumschlags mit üppiger, stark abgestufter Verjüngung, die im Hintergrunde tief unter den Innensaum läuft. Im Vordergrund links ist eine Abdringung des Saums aus der genauen Nordrichtung (gestrichelte Linie) nach Nordosten erfolgt. Die Verjüngung will nicht mehr weiterlaufen. Es macht sich leichte Bodenverhagerung bemerkbar. Nach Chr. Wagner. Augen. durch Forstassistent Feucht.

Richtung der Säume bekannt geworden. Wagner fand nämlich von allen Himmelsrichtungen den Nordsaum des Altbestandes verhältnismäßig am günstigsten, besonders für die natürliche Verjüngung. Vor allem seien dort die Bedingungen für die Feuchtigkeitsverhältnisse besonders vorteilhaft, insofern die Sonnenstrahlen während der wärmsten Tageszeit abgehalten werden, der Tau erhalten wird und die Niederschläge von Nordwesten und Westen voll empfangen werden. (Gegen SW, eine bei uns sehr häufige Regenrichtung, liegt der Nordrand allerdings im Regenschatten, dafür ist aber der SW-Rand um so mehr der Nachmittagssonne ausgesetzt.) Auch in bezug auf den Sturm hält Wagner den Nordsaum für verhältnismäßig genug gesichert. Der noch sicherere Ostsaum ist wegen der schlechten Feuchtigkeitsverhältnisse nicht brauchbar. Jedenfalls sind ernstere Sturmschäden in Gaildorf bisher nicht eingetreten, trotzdem man dies wegen der vielen Anhiebe mehrfach vorausgesagt hatte.

Obwohl Wagner unter Umständen eine Drehung des Saums gegen NW bei sturmfechteren Holzarten zuläßt, soll eine solche doch nicht ohne zwingende Gründe vorgenommen werden. Besonders aber soll die Drehung gegen NO vermieden werden, die nach mehrfachen Erfahrungen sofort die Ansammlungsbedingungen verschlechtert (vgl. Abb. 235). Auch für etwaige künstliche Kultur liegen die Verhältnisse gleichsinnig. Denn so sehr der Blendersaumschlag auch die Naturverjüngung anstrebt, ist er doch daran nicht grundsätzlich gebunden.

Die Form des Schlages ist der geradlinige Saum, der in einen Außensaum zerfällt, auf dem die Verjüngung sich im ganzen schon in der Stufe der Lichtung und Räumung befindet, und in einen Innensaum, in dem die Vorbereitung und Besamung erfolgt (vgl. Abb. 234). Auch über die Breite dieser Säume und ihr gegenseitiges Verhältnis hat Wagner bestimmte zahlenmäßige Vorschriften nicht gegeben. Sie werden dem Standort und der Holzart, der Verjüngungswilligkeit und den Gesichtspunkten der Forsteinrichtung anzupassen sein, ebenso wie auch das Tempo des Hiebsfortschrittes dadurch bestimmt wird. Im allgemeinen aber muß bei dem ganzen Vorgehen immer im Auge behalten werden, daß man bei der Kleinfläche bleibt. Gleichaltrige Großflächen sollen nicht entstehen.

Wir haben aber schon beim bayerischen Femelschlag gesehen, wie leicht durch den Hiebsfortschritt bei raschem Aneinanderreihen der Schläge aus der Kleinfläche doch wieder die Großfläche werden kann. Hierin liegt auch für den Blendersaumschlag eine Gefahr, seinem Grundsatz untreu zu werden. Jede Verbreiterung der Schläge, jede Beschleunigung des Hiebsfortschrittes drängt ihn doch wieder der Großfläche zu. Insbesondere muß das in der Schlagreihe mit zunehmendem Alter wegen des Ausgleichs im Höhenwuchs zutage treten. Wo, wie heute in Gaildorf, z. T. 100 m breite Verjüngungstreifen mit nur etwa 20jähriger Abstufung vorliegen, was nur ein jährliches Vorrücken um 5 m bedeutet, da wird in 60—80 Jahren ein im wesentlichen gleich hohes Baumholz vorhanden sein. Das Ideal der stetigen Abdachung wird sehr schwer und immer nur in den jüngeren Stufen der Schlagreihe durchzuhalten sein.

Die Hiebsart im Blendersaum soll in der Regel plenter- oder femelartig sein, d. h. ungleichartige Lichtverteilung schaffen. Doch hat Wagner verschiedentlich betont, daß auch Schirmhieb zulässig wäre, ja u. U. auch einmal Kahlhieb notwendig werden könne. Auch selbst ein gruppen- und horstweises Vorgehen des Hiebes vor die Front hat Wagner schließlich zugelassen. Damit verliert das Verfahren viel von der Starrheit und Eingengtheit, die es auf den ersten Blick hat.

Ein großer und unbestrittener Vorteil des saumweisen Vorgehens in einer bestimmten Richtung liegt in der Erleichterung und schadlosen Gestaltung des Fällungs- und Abrückbetriebes. Alle Stämme werden vom Saum weg nach innen geworfen und durch den Altbestand hindurch nach den nächsten Wegen abgerückt. Dadurch ist jede ernstere Beschädigung im Jungwuchs ausgeschlossen.

Windgefährdete Lagen, gewisse Hänge und anderes können den geradlinigen Nordsaum und den Hiebsfortschritt von N nach S unter Umständen unmöglich machen und zu Abänderungen zwingen. So würde z. B. am N-Hang die Verjüngung unten anfangen und den

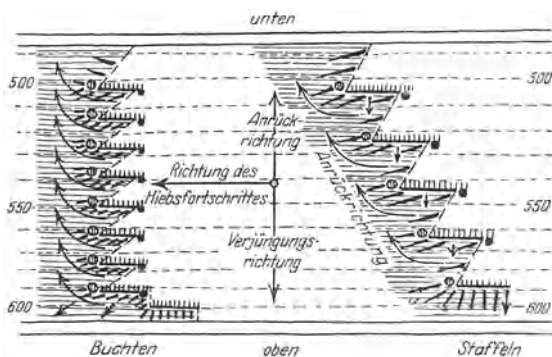


Abb. 236. Staffel- und Buchtenhiebe am reinen Nordhang. Nach Chr. Wagner.

Berg hinaufgehen müssen, das Holz aber gerade entgegengesetzt und damit immer durch die Verjüngung hindurch. In solchen Fällen soll der Saum gestaffelt werden (vgl. Abb. 236). Dabei findet die Verjüngung immer noch an den Nordsäumen der Staffel statt. Aber während die Verjüngungsrichtung bergauf läuft, geht der Hiebsfortschritt senkrecht dazu und die Abrückrichtung mit einer bogenförmigen Schwenkung nach unten. Ähnliche Verhältnisse liegen bei dem sog. Buchtenhieb vor.

Die Gedanken des Blendersaumschlags und die Gaildorfer Wirtschaft haben eine überaus reiche Literatur hervorgerufen, in der neben vielen Zustimmungen freilich auch mancher Zweifel und manche Kritik laut geworden ist¹.

Es ist nicht möglich, hierauf im einzelnen einzugehen. Viele der grundsätzlichen Einwürfe hat Wagner sich schon selbst gemacht und eingehend besprochen.

Eine der Hauptfragen ist die, ob der dauernd auf der Kleinfläche und in Kleinbeständen (Schlagreihen) aufzubauende Wald nach allen Beziehungen nur Vorteile und so große Vorteile zu bieten imstande ist, daß man ihnen zuliebe mit der bisherigen Großfläche brechen soll oder nicht. Das erste sich hierbei aufdrängende Bedenken der Unübersichtlichkeit und der Erschwerung des ganzen Betriebes hat Wagner selbst sehr eingehend besprochen und widerlegt. Freilich würden sehr große Wirtschaftsbezirke, wie sie besonders in Norddeutschland noch üblich sind (4—5000 ha) auch hier wohl hemmend im Wege stehen. Aber sonst ist die Übersichtlichkeit und die Handhabung des Betriebes durch die strenge räumliche Ordnung und durch die Arbeitsvereinigung auf die Säume doch so wesentlich erleichtert, daß demgegenüber die Zersplitterung in Kleinbestände keine so einschneidende Rolle spielt. Wer Gaildorf besucht, fühlt dies überall. Man geht an den Säumen wie an einem festen Gelände, hat zur einen Seite die nötigen Hiebseingriffe, zur anderen die notwendigen Maßnahmen für die Verjüngung und erste Bestandespflege (Ergänzungen, Reinigungen und Läuterungen). Außerdem hat Wagner auch Hilfsmittel für eine Vereinfachung und Erleichterung des Betriebes durch Zusammenfassung von Schlagreihen zu sog. Wirtschaftsgruppen gegeben, in denen der Hieb in einem bestimmten Turnus wiederkehrt.

Eine viel brennendere Frage ist die, ob die Kleinbestandesform im Blendersaumbetrieb in bezug auf Bodenpflege, Bestandessicherung und Verjüngungsfreudigkeit wirklich so sehr allen anderen Großflächenformen, auch denjenigen überlegen ist, die über die Kleinfläche wieder zur Großfläche kommen.

Wagner glaubt dies bejahen zu müssen: „Mittels seiner Lagerung der Altersklassen, der Nordrandstellung und der Stetigkeit des Vorrückens der Säume wird das System, unterstützt durch ununterbrochene Waldpflege, bewirken, daß die Wiederverjüngung des Waldes aufhört, die schwierigste Aufgabe der Wirtschaft zu sein. Die vorwiegend entstandene Mischverjüngung wird derselben vielmehr nach stetiger Boden- und Bestandespflege als reife Frucht ohne Mühe in den Schoß fallen.“ (Blendersaumschlag u. s. System, 3. Aufl., S. 318.)

¹ Thaler: Natur- und Kunstverjüngung. Allg. Forst- u. Jagdztg. 1908, S. 8; Entgegnung von Wagner, S. 153. — Eulefeld: Die Waldwirtschaft von Prof. Wagner. Ebenda 1908, S. 353. — Fabricius: Anwendbarkeit der Wagnerschen Verjüngung. Forstwiss. Zbl. 1909, S. 401; Entgegnung von Wagner, S. 539. — Fabricius zum gleichen Thema. Ebenda 1910, S. 37 und Wagner, S. 214. — Ferner von Eberhard-Langenbrand mehrere eingehende Kritiken. Allg. Forst- u. Jagdztg. 1908, S. 113. Naturwiss. Z. f. Forstwes. 1912, S. 573; Z. f. Forst- u. Jagdwes. 1914, S. 408; Forstwiss. Zbl. 1921, S. 446. — Kienitz: Aus dem Gebiet des Blendersaumschlages. Z. f. Forst- u. Jagdwes. 1910, S. 215. — Besprechung des Blendersaumschlages und sein System. Ebenda 1913, S. 727. — Bericht über die Versammlung d. dtsh. Forstver. Trier 1913 mit Referaten von Wagner und Möller. — Trebeljahr: Der Blendersaumschlag Wagners im nordostdeutschen Kieferngebiet. Silva 1913, S. 455. — Seeholzer: Saumfemelschlag und Blendersaumschlag. Forstwiss. Zbl. 1922, S. 525; Entgegnung von Rau. Allg. Forst- u. Jagdztg. 1922. — Rebel: Waldbauliches aus Bayern Bd. 1, S. 115. — Haufe: Fichtennaturverjüngung in Gaildorf. Mitt. d. sächs. forstl. Versuchsanst. Tharandt Bd. 3, H. 1 (1927).

Nach dieser Beziehung hat aber gerade die neueste, sehr sorgfältige Untersuchung von Haufe mit vielen Messungen und kartographischen Aufnahmen an den Gaildorfer Säumen gezeigt, daß der Verjüngungserfolg auch dort doch recht verschieden und sehr vom Standort abhängig ist. Gewisse günstige Bodenarten und Lagen, die dort glücklicherweise für den Betrieb vorwiegen, zeigen, wie das auch jeder Besucher feststellen muß, glänzende Bilder, aber an andern ungünstigeren Stellen hat auch der Blendersaum bezüglich der Naturverjüngung doch mehr oder minder versagt. Unter günstigen Verhältnissen vollzieht sich die Verjüngung aber auch in Großflächenbetrieben ganz gut, z. B. bei Fichte, Tanne und Buche im bayrischen Femelschlag, bei Buche im Großschirmschlag ganz allgemein und sogar bei Kiefer in Bärenthoren und Umgebung gleichfalls auf der Großfläche.

Was aber Bodenpflege und Bestandessicherheit anlangt, so ist ein Schatt-holzbestand (Tanne, Buche) oder der Mischbestand allein oft schon hinreichend, um fast alle Nachteile der Großfläche aufzuheben. Und wenn auch zuzugeben ist, daß der Blendersaum mit seiner Lichtabstufung hervorragende Bedingungen für die Mischverjüngung bietet, so teilt er diese doch mit manchen anderen Betrieben, wie z. B. mit dem bayrischen Femelschlag u. a. m.

Diese Zweifel und Einschränkungen an einer überall zutage tretenden Überlegenheit der dauernden Kleinflächenwirtschaft werden aber um so schwerer ins Gewicht fallen, als die Überführung unserer heutigen Großbestandeswäldungen, wie Wagner selbst betont, sehr großen Schwierigkeiten begegnet, und die Erreichung dieses Ziels erst in ganz ferner Zeit möglich erscheint. Man vergleiche dazu die von Wagner selbst hierzu gegebene Abb. 237. Die Überführung wird aber außerdem überall Zuwachsoffer verlangen, indem man einen Teil der Bestände überaltern lassen, einen anderen zu früh nutzen muß, um die gewünschte Gliederung anzubahnen. Je mehr man hiervon absieht, desto länger schiebt man die Überführung hinaus. Umgekehrt, je rascher man sie herbeiführen will, desto mehr Zuwachsoffer wird man bringen müssen.

Wagner hat mit Recht gesagt, daß diese Überführungsschwierigkeiten nicht dem System zur Last fallen. Aber für die Frage einer Umstellung werden sie eben doch unter allen Umständen Beachtung verlangen.

Freilich wird man hierbei die Erreichung des Idealzustandes von vornherein überhaupt nicht voll ins Auge fassen dürfen. Man wird zufrieden sein müssen, sich diesem nur zu nähern oder in vielen Fällen überhaupt nur sich in der Richtung auf ihn zu zu bewegen. Und hierfür bringt der Blendersaumschlag freilich eine hervorragende Eigenschaft mit. Man kann mit Versuchen eigentlich nie viel verderben. Geht es nicht, so hat man im Hintergrund immer noch den unangerührten Bestand, das unangeschnittene Tuch, aus dem man noch alles mögliche machen kann. Das Blendersaumschlagverfahren eignet sich daher ganz besonders zu tastenden Einzelversuchen an aussichtsreichen Stellen. Erst wenn man sich über die Möglichkeiten des Erfolges durch eine Reihe von solchen Versuchen klarer geworden ist, wird man das Risiko einer weiteren Ausdehnung auf das ganze Revier auf sich nehmen. Leider liegen bisher nur ganz vereinzelte Veröffentlichungen bzw. nur kurze Hinweise auf die Ergebnisse

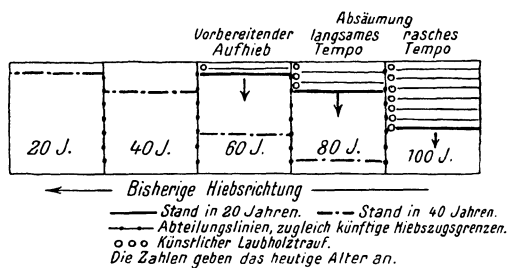


Abb. 237. Überführungsgang eines in der normalen Periodenabstufung aufgebauten Waldes in Blendersaumschlag. Nach Wagner.

solcher Versuche in anderen Revieren vor. Ein abschließendes Urteil wird man daher erst in der Zukunft gewinnen können. Vom rein aufbautechnischen Gesichtspunkt ist zweifellos der Blendersaumschlag durch die Kombination von Gleichstufigkeit in der einen und Ungleichstufigkeit in der anderen Richtung eine völlig originelle und höchst bedeutsame Waldaufbauform!

Eberhards Schirmkeilschlag. Eine etwa gleichzeitig entstandene, vom württembergischen Oberforstmeister Dr. Eberhard in Langenbrand im Schwarzwald herausgearbeitete und dort ebenfalls mit glänzendem Erfolge in die Praxis umgesetzte Saumschlagform ist der Schirmkeilschlagbetrieb¹ (früher auch Abrücksaumschlag oder Keilsaumschlag genannt).

Das Eberhardsche Verfahren kommt ähnlich wie der bayrische kombinierte Femelschlag über die Kleinfläche (Saumschläge) wieder zum Großflächenbestand. Erreicht wird dies durch die Zahl der Säume im Einzelbestand (Vielsäume im Gegensatz zum Wagnerschen Einsaum) und durch den raschen Hiebsfortschritt. Eberhard legt auf die Beibehaltung der Großfläche grundsätzlich Wert, in der Hauptsache, um den bei Überführung zum Kleinflächenaufbau unumgänglichen Zuwachsopfern (vgl. S. 531) zu entgehen.

Das Ernte- und Verjüngungsverfahren beginnt sogar zunächst großflächenweise. Durch häufigere schwache Eingriffe, Hiebe, die den Bestand gewissermaßen nur „kitzeln“ sollen, unter besonderer Schonung der vorwüchsigen, sturmfesten Glieder („Knochengerüst“) soll erst eine lockere Vorverjüngung auf Schatthölzer, hauptsächlich die Weißtanne, auf der ganzen Fläche geschaffen werden.

In Langenbrand, wo vielfach auf mangelhaft tätigem Buntsandstein und in Hochflächenlage bei feuchtem, kühlem Gebirgsklima starke Rohhumusauflagerungen bis zur Bildung von Sphagnum-Polstern auftreten, wird dieser Rohhumus kostenlos an die Bevölkerung abgegeben, die dafür als Entgelt noch eine mehr oder minder gründliche Bodenbearbeitung auszuführen hat, u. a. das bekanntgewordene „Schüsselehacken“, ein Durchhacken flach nach unten gewölbter Plätze.

In den umliegenden Dörfern sieht man überall auf den Höfen die hohen Termitenhügel der gewonnenen Rohhumusstreu als Wahrzeichen des Langenbrander Verfahrens!

Erst wenn diese Vorverjüngung des Schattholzes sich eingefunden und genügend festen Fuß gefaßt hat, beginnt der zweite Teil des Verfahrens, die Zwischen- und Nachverjüngung, die mehr auf die etwas lichtbedürftigere Fichte eingestellt ist. Aber auch die dort hervorragend schön vertretene Schwarzwaldföhre u. a. Lichthölzer finden sich dann noch an. Im weiteren erfolgt dann die Freistellung und Räumung über der Verjüngung. Dieser zweite Abschnitt des Verfahrens ist nun besonders charakteristisch und hat ihm den besonderen Namen des Keilschlags gegeben. Möglichst in der Mitte zwischen zwei Wegen wird in einer langen, möglichst von Ost nach West verlaufenden Linie über vorhandenem Jungwuchs aufgelichtet. Der Hieb wiederholt und verstärkt sich dort bald und wird schließlich an der windabgekehrten Seite etwas verbreitert, so daß sich eine Art Keil ergibt, dessen Spitze gegen den Wind, also meist nach Westen zeigt, während die Basis im Osten liegt. In der Folge wird dann an den beiden Flanken des Keils in schmalen Säumen, meist mit einer Verbreiterung an der Basis weitergelichtet und abgeräumt und der Bestand so von der Keil-

¹ Eberhard: Die Grundlagen naturgemäßer Bestandesbegründung. Forstwiss. Zbl. 1914, S. 75; 1919, S. 441; Silva 1920, S. 161; 1922, S. 41. — Ferner besonders Eberhard: Der Schirmkeilschlag und die Langenbrander Wirtschaft. Forstwiss. Zbl. 1922, S. 41 ff. Dort auch ausführliches Literaturverzeichnis überhaupt, S. 149.

mittellinie (Abrückscheide) nach den Abrückwegen zu in langen Streifen aufgerollt (Abb. 238).

Die Keilspitze wird wegen der Windgefahr sehr langsam nach Westen weitergetrieben und erst spät bis zum Bestandesrand durchgestoßen. Der Bestand wird durch Bildung verschiedener Teilflächen zwischen geeigneten Wegen möglichst in mehreren Anrieben angegriffen und aufgerollt. Unter Umständen werden noch einfache Schleifwege zu diesem Zweck hergestellt (Vielsaumbetrieb) (vgl. die Abb. 238).

Für Hanglagen, namentlich steilere und windausgesetzte, ist ein besonderer Hiebsschlüssel ausgearbeitet¹.

Das Holz wird in allen Fällen von den Keilflanken nach außen gefällt und auf der kürzesten Strecke den Wegen zugeführt. Der Abrückbetrieb ist hier noch vorteilhafter als beim Blendersaum, der meist etwas weitere Schleifstrecken mit bogenförmiger Schwenkung der Stämme zum Abrückwege notwendig macht.

Die schematische Abb. 239 zeigt den im Schirmkeilschlag bewirtschafteten Wald in verschiedenen Teilen und Stufen in Grundriß und Aufriß.

Nur in der Verjüngungszeit zeigt sich größere Ungleichstufigkeit und Kleinflächengliederung. Diese klingen aber alsbald wieder ab und gleichen sich aus. Immerhin bleibt eine leichte Abstufung in der ganzen Abteilung von Osten nach Westen und innerhalb der einzelnen Unterabschnitte von der Mittellinie zu den Wegen hin als Nachwirkung des keilsaumartigen Vorgehens. Dies gibt dann die natürlichen Richtlinien für den nächsten Angriff im zweiten Umtrieb.

Man darf sich aber das Verfahren in Wirklichkeit nicht so schematisch vorstellen. Die Ausformung der Keile tritt im Walde verhältnismäßig erst spät hervor. Die ersten Anbiebe lassen sie selten erkennen. Vielfach ist das erste Vorgehen nur ein unregelmäßiger Angriff von innen nach außen heraus. Eins der ältesten Bilder mit typischer Keilbildung gibt die Abb. 240.

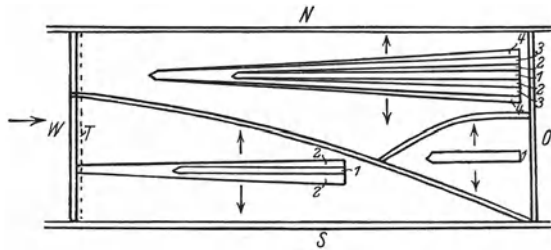


Abb. 238. Vorgehen des Schirmkeilschlags in einem ebenen Bestand mit mehreren Abfuhrwegen. Die Pfeile innerhalb der Abteilung geben die Abrückrichtung an. Nach Eberhard.

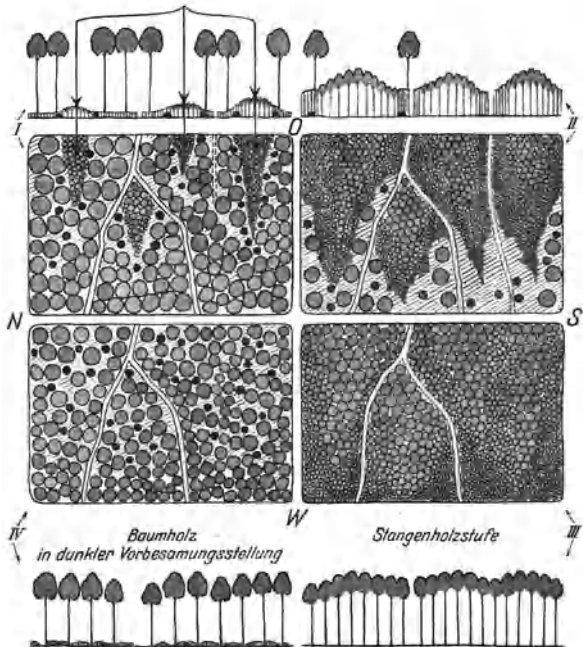


Abb. 239. Schema des Schirmkeilschlagbetriebes. Entworfen von Dengler.

¹ Eberhard: Forstwiss. Zbl. 1922, S. 146. — Philipp u. Kurz: Die Verlustquellen in der Forstwirtschaft, Anl. 2. Karlsruhe 1928.

Auch das Langenbrander Verfahren hat glänzende Verjüngungserfolge aufzuweisen. Im allgemeinen ist die Naturverjüngung wohl noch besser und vollkommener wie in Gaildorf. (Rau a. a. O. rechnet dort immerhin durchschnittlich mit 20% künstlicher Nachhilfe, in Langenbrand sind es nur wenige Prozent.) Dabei ist freilich in Betracht zu ziehen, daß es sich dort auch vorwiegend um die Tanne und sehr frische Gebirgslagen handelt (Langenbrand etwa 1000 mm, Gaildorf nur 700 mm Niederschlag). Darin liegt wahrscheinlich auch der Hauptgrund, daß die langen Südsäume, die der Keilsaumschlag neben den Nordsäumen aufweist, keine schädlichen Wirkungen zeigen. Wie sich das Verfahren in trockneren Lagen und bei vorwiegender Fichten- oder Lichtholzbestockung verhalten würde, bleibt unsicher.



Abb. 240. Schirmkeilschlag in Langenbrand. Das Bild zeigt das typische Bild gegen Ende der Verjüngung. Im Hintergrund bei 1 Spitze des einen Verjüngungskeils, bei 2 die des benachbarten. Dazwischen bis in den Vordergrund der schmale Altholzrest mit dem Abrückwege für die beiden Keiflanken. Schöne Mischverjüngung von Tanne und Fichte, auch eingesprengte Kieferngruppen (besonders rechts). Aufn. von Oberförster Kramer.

Für die Kiefer hat Busse¹ in Biesenthal einen Vielsaumbetrieb nach Langenbrander Vorbild durchzuführen versucht. Die Keilrichtung hat er dabei um 90° in die Nord-südrichtung gedreht, wobei aber der Ost- wie der Westsaum, sobald die Keiflanken erst weiter auseinanderrücken, im allgemeinen wenig günstige Ansamungsbedingungen (ungedekte Stellung) bieten dürften. Man darf auch nicht vergessen, daß die ganze Vorverjüngung (wie in Langenbrand auf die Tanne) hier vollständig wegfällt. Busse knüpfte in Biesenthal an gelegentliche Kiefernflughorste in den betreffenden Beständen an, die er in einem Keil zusammenschließen trachtete. Die Versuche, die ohne weitgehende künstliche Ergänzung wohl keine großen Aussichten gehabt hätten, zumal der Anflug schlechtwüchsig und stark vom Rüsselkäfer befallen war, sind inzwischen durch den Forleulenfraß mitsamt den Altbeständen, in denen sie angelegt waren, größtenteils vernichtet worden.

Sehr leistungsfähig ist jedenfalls der Langenbrander Betrieb in bezug auf die Anspannung des Hiebssatzes. Die vielen und langen Säume vermögen auf der Einheitsfläche auch bei genügend langsamem Verjüngungsgang erheblich mehr Holz zu liefern als der Einsaumbetrieb. Da, wo große hiebsreife Altholzbestände vorliegen, muß das u. U. eine entscheidende Rolle spielen.

¹ Busse: Der Vielsaumbetrieb in Biesenthal. Silva 1922, S. 65.

In Langenbrand hat der jährliche Abnutzungssatz zuletzt 8—10 fm je Jahr und Hektar betragen, in Gaildorf etwa nur 6—7. Hierbei sind allerdings auch immer die Verschiedenheiten der Altersklassenverhältnisse und der Standortsgüte zu berücksichtigen, so daß man aus solchen Zahlen nicht ohne weiteres auf die Leistungsfähigkeit der Betriebe schließen kann.

Ein Vorteil des Langenbrander Verfahrens liegt auch zweifellos darin, daß es keine Umgestaltung des Waldaufbaus nötig macht. Gewisse Nachteile liegen aber in der starken Einstellung auf Schatthölzer (vorbereitende Dunkel-schlagstellung im ersten Abschnitt) und in den gefährlichen Südrändern. Jedenfalls würden in Trockengebieten und für Lichtholzarten erhebliche Abänderungen des Vorgehens nötig sein, die dem Verfahren dann viel von seinem ursprünglichen Charakter nehmen müßten. Da die Einführung des Schirmkeilschlages durch die neuen „Richtlinien“ für Baden in weitem Umfang beabsichtigt ist, wird man sehr bald sehen, inwieweit eine Übertragung auf andersartige Verhältnisse durchführbar ist.

Der an sich vortreffliche und unanfechtbare Gedanke des räumlich geordneten Abrückens aus der Mitte heraus nach den Randwegen oder einzulegenden Schleifbahnen kann aber auch bei anderen Betriebsformen (Großschirmschlag, horstweiser Femelschlag usw.) weitgehende Anwendung finden und hat sie in der Praxis auch schon gefunden, wenngleich hier bisher im großen und ganzen wohl noch manche Gelegenheit zu einer Verbesserung der Abrücktechnik unbenutzt gelassen wird. Jedenfalls ist der Langenbrander Schirmkeilschlag hierin durchaus vorbildlich!

Kautz' Streifenschirmschlag. Ein Verfahren, das gewisse Anklänge an die beiden vorgenannten zeigt, ist das Streifenverfahren mit Schirmschlagstellung, das von Forstmeister Kautz¹ in der preußischen Oberförsterei Sieber im Harz ausgebildet wurde.

Das Wirtschaftsziel ist hauptsächlich die Schaffung standortsgemäßer Mischbestände von Buche und Fichte, um einerseits der Buche überall die nutzholztüchtigere Fichte beizugeben, andererseits die für den Bodenzustand dort sehr bedrohliche Reinbestockung der Fichte zu vermeiden.

Kautz hat für sein Revier hier höchst bedeutsame Beobachtungen machen können. Meine eigenen forstgeschichtlichen Untersuchungen für die dortige Gegend² zeigten ihm, daß mit Ausnahme der höchsten und tiefsten Lagen der ganze Wald noch vor 200 Jahren fast überall Fichten- × Buchenmischbestockung gehabt hat. Diese ist teils durch den Großschirmschlag, teils durch den Kahlschlag in reine Buchen- bzw. reine Fichtenbestände übergegangen.

Erschwerend für die Wirtschaft, insbesondere für die natürliche Verjüngung, sind die zahlreichen steilen Hanglagen des Reviers, die bei großflächenweisem Schirmschlag sehr starke Fällungs- und Rückeschäden im Jungwuchs zur Folge hatten, was nach den Beobachtungen von Kautz Anlaß zu den häufigen schlechten Stammformen und zur Bildung des roten Kerns bei der Buche gegeben hat (vgl. Abb. 241).

Kautz kam infolgedessen zu einer räumlichen Ordnung der Ernte und Verjüngung in Streifenschlägen, die im allgemeinen von Berg zu Tal fortschreiten sollen. Natürliche Anhiebslinien bilden daher zunächst die Berggrücken (Kantenanhiebe). Zur Verlängerung der Angriffsfront werden aber an langen glatten Hängen noch senkrecht dazu und im Hauptgefälle verlaufende

¹ Kautz: Die Verjüngung und Pflege der Buchen- und Fichtenhochwaldbestände im Schmalschlagbetrieb in der Oberförsterei Sieber (Harz). Z. f. Forst- u. Jagdwes. 1921, S. 348. — Die Verjüngung der Buche und Fichte. Ebenda 1922, S. 93. — Bräuer: Breitensamenschlag oder Schmalschlag. Silva 1922, S. 361. — Otto: Saumschlag oder Großschirmschlag. Allg. Forst- u. Jagdztg. 1929, S. 321.

² Dengler: Die Wälder des Harzes einst und jetzt. Z. f. Forst- u. Jagdwes. 1913.

Querantriebe eingelegt. An gefalteten Hängen werden die von Berg zu Tal laufenden Rippen hierzu benutzt (Rippenantriebe). Diese Quer- und Rippenantriebe werden allmählich durch eine talwärts gerichtete Schwenkung (keilartige



Abb. 241. Buchenstangenholz in Sieber an einem unteren Hangteil, durch Holzrücken schwer beschädigt, krumm und beulig. Aufn. nach Kautz.

Verbreiterung im oberen Teil) in das Schräg- oder Diagonalgefälle vorgeführt (Abb. 242). Teils soll hierdurch die Hiebsfront verlängert werden, teils wird dadurch ein noch gefahrloseres Bergabrücken gesichert. Denn bei den Antrieben im senkrechten Hauptgefälle findet, selbst wenn die Hölzer zur Seite herausgezogen werden, beim „Zu-Tal-Schießen“ immer leicht ein Zurückspringen oder Zurückrollen der Stämme in den Jungwuchsstreifen statt, was aber bei den Diagonalantrieben ausgeschlossen ist. Bei der Anlage der Angriffshiebe wird im allgemeinen der Nordrand bevorzugt, doch können Hang- und Windrichtung häufig Änderungen bedingen. Oft kann bei den vielen Steilhängen auch der Berg-

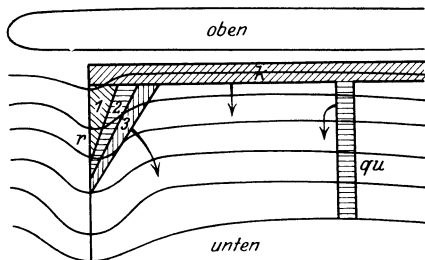


Abb. 242. Antriebsarten im Kautzschen Streifenschirmschlag.

k = Kantenantrieb, qu = Querantrieb im Hauptgefälle, r = Rippenantrieb, ins Diagonalgefälle übergehend. Die Pfeile zeigen die Abrückrichtung an.

schatten als Schutz gegen Untersonnung der Schlagränder benutzt werden und gestattet dann Antriebe von sonst ungünstigen Rändern her. Die Breite der Schläge bewegt sich zwar im allgemeinen noch an der Grenze der Kleinfläche, geht aber in reichen Samenjahren auch darüber hinaus. Die Hiebsart ist gleichmäßig schirmartig. Meist handelt es sich nur um die natürliche Vorverjüngung der einen Holzart, meist Buche, versuchsweise auch der Fichte, der dann die andere Art frühzeitig künstlich beigemischt wird,

wenn sie im Mutterbestand fehlt. Der Verjüngungsfortschritt vollzieht sich rasch. Bei der Buche wird schon nach 3—5 Jahren geräumt. Ein gelegentliches Zurückfrieren wird nicht einmal ungern mit in Kauf genommen, da die eingepflanzten Fichten dann nicht so leicht von der Buche überwachsen werden.

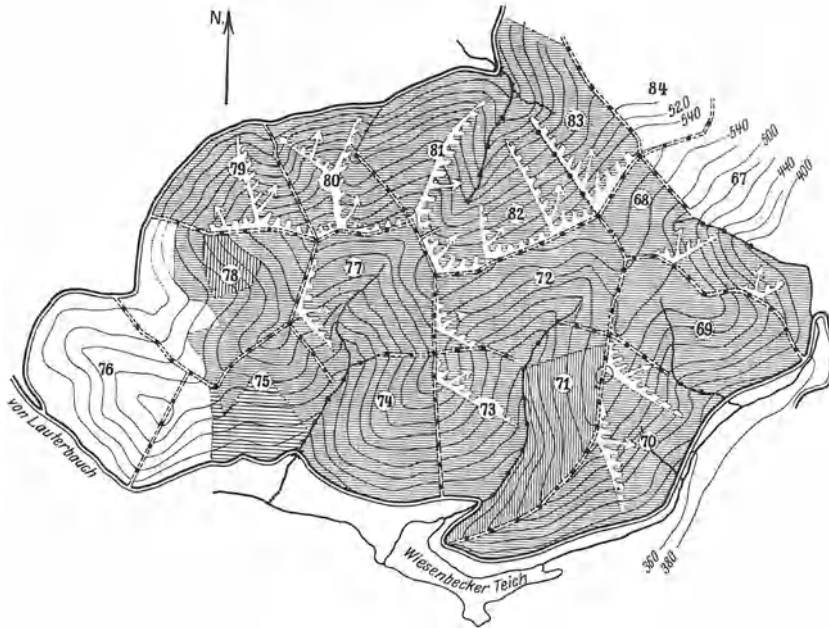


Abb. 243. Anhiebsplan für den Forstort Scholben im Lauterberger Revier im Kautzschen Streifenschirmschlag. Nach Kautz.

Diese haben von der raschen Räumung jedenfalls mehr Vorteil als die Buche. Die Erziehung der reichlich beizumischenden Pflanzfichten findet auf billigste Weise in fliegenden Kämpen dicht bei bzw. auf den Anhieben statt. Die ältesten so behandelten Schmalschläge in den Buchenbeständen zeigen recht schöne Mischverjüngungen. Dagegen hat die natürliche Verjüngung der Fichte in den reinen Beständen und die künstliche Einbringung der Buche in die Fichtenverjüngungen bisher noch sehr große Schwierigkeiten gemacht. Großer Wert wird mit Recht auf die Erhaltung jeder noch lebensfähigen Buche in den Fichtenstangenwäldern durch rücksichtslosen Freihieb bei den Durchforstungen gelegt. Das Kautzsche Verfahren ist versuchsweise auch in einigen Nachbarrevieren eingeführt worden. Abb. 243 zeigt den von Kautz entworfenen Anhiebsplan für einen Teil der Oberförsterei Lauterberg. Das Verfahren ist besonders auf die steilhängigen Harzreviere mit dem Wirtschaftsziel der innigen Buchen-Fichten-Mischung zugeschnitten. Es ist ebenfalls vom Gedanken der räumlichen Ordnung unter Berücksichtigung dieser Verhältnisse beherrscht.

6. Plenterwald, Dauerwaldgedanke und Dauerwaldformen.

Plenterwald¹. Der Plenterhieb, d. h. die Entnahme des jeweils für die Nutzung geeignetsten, in der Regel des stärksten Stamms, ist sicherlich eine sehr alte Hiebsform. Soweit diese bei der Sorglosigkeit früherer Zeiten an beliebigen Stellen im Walde stattfand, die besonders bequem lagen, und keine Rücksicht auf die

¹ Dannecker: Der Plenterwald einst und jetzt. Stuttgart 1929.

Wiederverjüngung nahm, mußte sie natürlich mit steigendem Holzbedarf zur Verwüstung des Waldes führen und stellte nur eine Art Mißwirtschaft dar. Aus diesen, bei Ausgang des Mittelalters vielerorts in Deutschland erreichten Zuständen ist das alte Sprichwort: „Plenterwald = Plunderwald oder Plünderwald“ entstanden.

Die Herleitung des Wortes „Plentern“ ist heute noch unsicher. Die Entstehung aus plantare = pflanzen, die man früher annahm, ist selbstverständlich sinnlos und abzulehnen.



Abb. 244. Gruppenweiser treppenstufiger Aufbau im Plenterwald.
In der Schweiz. Nach Balsiger.

Später hat Chr. Wagner das Wort mit „Blender“, d. d. starker, das Licht abblendender Baum in Zusammenhang bringen wollen und schrieb daher auch „Blendersaumschlag“. Auch diese Ableitung scheint bei der Einstellung der früheren Zeiten nicht sehr wahrscheinlich. Neuerdings¹ ist Wagner auch selbst davon abgekommen und glaubt das Wort mit Plunder = schweres, grobes Zeug (?) in Zusammenhang bringen zu müssen. Dieser Sprachsinn scheint mir aber in Plunder doch im allgemeinen nicht zu liegen, sondern eher etwas Geringwertiges, was man jederzeit leicht wegtun oder auch wiedererlangen kann. Daher auch wohl der Zusammenhang von Plunder und plündern. Es erscheint mir vorläufig am wahr-

¹ Wagner, Chr.: Lehrbuch der theoretischen Forsteinrichtung, S. 123. Berlin 1928.

scheinlichsten, daß das Wort in der älteren Schreibweise „Pläntern“ nur eine Umlautung von „Plündern“ ist, was auch am besten der wilden Sorglosigkeit dieser Hiebsform in alter Zeit entsprechen würde.

Vielfach wird für Plenterhieb auch gleichbedeutend der Ausdruck Femelhieb¹ gebraucht. Andere wollen die letztere Bezeichnung nur auf die mehr gruppenweise Hiebsart wie im Femelschlag anwenden². Man wird gegen den verschiedenen Sprachgebrauch hier wohl schwer angehen können.

Von jener ursprünglichen Mißwirtschaft unterscheidet sich nun der Plenterhieb im geregelten Wirtschaftsbetrieb und die auf ihm entwickelte Waldform vollständig. Zwar findet auch hier der Erntehieb unregelmäßig über die ganze Fläche und in der Hauptsache auch auf den stärksten Stamm statt, aber überall wird dabei weitgehend auf die Verjüngung und den schon vorhandenen Jungwuchs Rücksicht genommen, ja vielfach wird der Hieb sogar vorwiegend hierauf eingestellt. Ebenso gehen durchforstungsartige Hiebe im schwächeren Holz neben der Ernte des Hiebsreifen her. Ziel des Bestockungsaufbaus ist aber überall eine mögliche Vereinigung aller Alters- bzw. Stärkeklassen auf kleinster Fläche, ein stufen- bzw. treppenartiger Schluß über den ganzen Waldweg (vgl. dazu die bezeichnende Abb. 244 eines typischen Schweizer Plenterwaldes).

Der Hieb bewegt sich im Plenterwald grundsätzlich Jahr für Jahr über die

ganze Fläche. Im strengen Schema würde daher der Aufbau eines solchen Waldes in Grundriß wie Aufriß in allen Teilen wesentlich gleich sein (vgl. dazu Abb. 245). In Wirklichkeit werden Verschiedenheit des Standorts und viele Zufälligkeiten immer Abweichungen von diesem Idealzustand schaffen. Auch bildet in größeren Plenterwaldungen der alljährliche Hieb auf allen Flächen doch nicht die Regel, sondern man teilt den Wald in Schläge ein und bestimmt eine kürzere Umlaufzeit (3—5 Jahre, sogar bis 10 Jahre), innerhalb deren der Hieb dann erst wieder auf die betreffende Fläche zurückkehrt.

Die Verbreitung dieses so geregelten Wirtschaftsplenterwaldes ist aber eine sehr geringe. Manche ihm nahestehenden Formen, wie der Hochgebirgsplechterwald und der Wald an Steilhängen, dienen mehr Schutzzwecken (Schutzplenterwald) gegen Bodenabschwemmung, Lawinen u. a. m. oder die

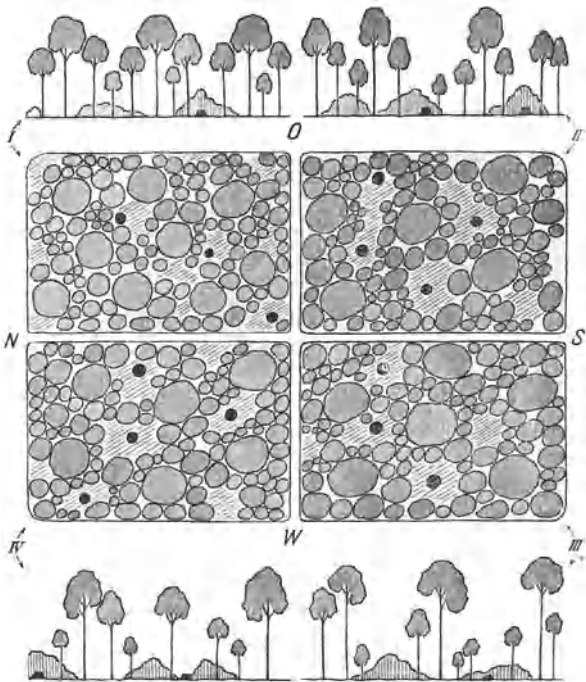


Abb. 245. Schema eines Plenterwaldes.
Entworfen von Dengler.

¹ Über die Entstehung dieses Wortes vgl. S. 505.

² Vgl. dazu Seeholzer: Forstwiss. Zbl. 1922, S. 131. — Wappes: Zbl. f. d. ges. Forstwes. 1904, S. 389. — Eberhard: Forstwiss. Zbl. 1921, S. 440.

plenterartigen Wälder in der Nähe von Städten und Badeorten vorwiegend nur Schönheitszwecken (Parkplenterwald). Von den wirklichen Wirtschaftsplenterwäldern ist ein großer Teil im bäuerlichen oder kommunalen Kleinbesitz. Dieser wird recht verschieden behandelt und entzieht sich vielfach noch der öffentlichen Kenntnis in forstlichen Kreisen. Eigentlich haben wir bei uns nur im Schwarzwald, in Österreich und in der Schweiz noch öfter geregelte Plenterwaldungen, die von forstlichen Fachleuten bewirtschaftet oder beaufsichtigt werden, und über die wir auch eingehendere, zum Teil äußerst fesselnde Darstellungen in der Literatur besitzen¹. Aber auch diese ergeben recht verschiedene Bilder. Sie bewegen sich zwischen einer starkholzreichen Form, bei der die Hauptstämme ziemlich dicht, gewissermaßen in einem lockeren Lichtschluß stehen und die schwächeren Stärkeklassen sehr zurücktreten, und einer starkholzarmeren Form, bei der die Hauptstämme bedeutend weiter entfernt sind und die mittleren und jüngeren Glieder meist in Gruppen auftreten. Bei der ersteren Form haben alle Stärkeklassen ziemlich gleiche Stammzahlen, es ist ein oberes Kronendach vorhanden, wenn es auch bewegt und vielfach durchbrochen ist, in der Hauptsache liegt Vertikalschluß vor. Bei der anderen Form überwiegen die jüngeren Klassen, das Kronendach geht sprunghaft herauf und herab, es liegt mehr Treppenschluß vor. Die erstere Form nennt Tichy² „qualifizierten Plenterwald“, die andere „Femelwald“. Wegen des verschiedenen Sprachgebrauchs wäre es besser, vom vorratsreichen und vorratsarmen oder vom Einzel- und Gruppenplenterwald zu sprechen.

Die Seltenheit des Plenterwaldes, die Kleinheit seiner Flächen und die Verschiedenheit ihrer Formen erschwert eine einheitliche und richtige Beurteilung und Bewertung.

Von jeher haben sich hier die verschiedensten Meinungen gegenübergestellt. Und immer hat auch hier wie in so manchen anderen Streitfragen des Waldbaus die gefühlsmäßige Einstellung zu der Frage „Natur oder Unnatur“, eine Rolle gespielt, eine Frage, die oft richtiger in die Fassung „Natur oder Kunst“ zu bringen wäre. Wir sind auf das Grundsätzliche hierbei schon an anderer Stelle (S. 440) eingegangen. Eine solche Einstellung darf jedenfalls in wirtschaftlichen Fragen keine Rolle spielen! Aus diesem Gesichtspunkt heraus begründete unter anderem auch Gayer seine Vorliebe für den Plenterwald, von dem er gesagt hat: „Wir haben den Pfad der Natur verloren. Wollen wir ihn wiederfinden, so müssen wir auf der Rückfährte bis zum Plenterwald arbeiten; erst von hier ausgehend gelangen wir durch die naturgesetzliche Fortbildung dieser Form wieder auf gerechte Pfade.“ Freilich war Gayer trotz seiner Vorliebe für den Plenterwald viel zu maßvoll, um etwa seine allgemeine Einführung zu verlangen, sondern er bezeichnete das selbst als den Rückfall aus einem Extrem ins andere!

Von den anderen namhaftesten Vertretern des Waldbaus war neben Gayer besonders A. Engler, Zürich, ein begeisterter Freund des Plenterwaldes. Borggreve lehnte ihn, wie jede Ungleichstufigkeit der Bestockung überhaupt, ziemlich scharf ab, ebenso Chr. Wagner, der zwar gewisse Vorzüge anerkennt, ihn aber vom wirtschaftlichen Standpunkt als „Phantom“ und „rein waldbauliches Idealbild“ bezeichnet, das wir nicht verwirklichen dürften. Mayr, Bühler, Lorey u. a. nehmen eine mehr vermittelnde Stellung ein.

Wenn man aber selbst das Natürliche als Idealform ansehen wollte, so ist doch gar nicht zu übersehen, daß das beim Plenterwald in seinen verschiedenen Formen

¹ So z. B. der Wald von Panveggio in Südtirol in Wessely: Die österreichischen Alpenländer und ihre Forste; der Dürsrüti-, Hasli- und Honeggwald und die Wälder bei Couvet in der Schweiz in Veröffentlichungen von Fankhauser: Forstwiss. Zbl. 1908, S. 417. — Balsiger: Der Plenterwald. Bern 1925 u. a. m.

² Tichy: Der qualifizierte Plenterbetrieb. München 1891.

durchaus nicht immer verwirklicht ist. Nur der vorratsreiche „qualifizierte Plenterwald“ ist im unberührten Urwald unserer Breiten auf größerer Fläche in ähnlicher Aufbauform vertreten, der vorratsarme oder gruppenweise nur auf kleinsten Flächen (vgl. S. 284). Seine Herstellung und Erhaltung verlangt vielmehr die größte Mühe und Kunst. Man muß der Natur hier fortwährend in den Arm fallen, um den ausgleichenden Einfluß des Höhenwachstums mit zunehmendem Alter auszuschalten!

Unbestreitbar sind die waldbaulichen Vorzüge des Bodenschutzes, der Gefahrensicherung und der Mischungsmöglichkeit, die sich unmittelbar als Folge seiner Vielstufigkeit ergaben. Unverkennbar begünstigt er aber auch einseitig die Schatthölzer vor den Lichthölzern. Fast überall herrschen in den heutigen Plenterwaldungen nur diese, und die Lichthölzer müssen sich, wie Balsiger, einer der besten Kenner des Plenterwaldes, sagt, mit zufälligen kleinen Plätzen an Bestandesrändern und Wegen begnügen.

Für die norddeutschen Verhältnisse konnte Borgmann durch forstgeschichtliche Untersuchungen¹ in verschiedenen Fällen das Vordringen reiner Buchenbestockung an Stelle früherer Mischbestockung aus Kiefer, Eiche, Birke und Buche infolge plenterartiger Bewirtschaftung feststellen.

Die Frage der Massenleistung ist sehr umstritten², aber eigentlich kaum zu entscheiden, da es meist an einwandfreien Vergleichsbeständen mit anderen Betriebsformen fehlt. Aus den beigebrachten Zahlen über Vorrat und Zuwachs geht meist nur so viel hervor, daß der Plenterwald sehr Hohes zu leisten vermag. Da es sich aber fast durchweg um vorwiegende Bestockung mit Tanne und klimatisch günstig gelegene frische Gebirgsböden handelt, so kann man diese Zahlen auch nur mit den besten Bonitäten der Ertragstabellen für die Tanne in ihrem Optimum (etwa Baden) vergleichen und findet dann dort ebenso hohe und noch etwas höhere Zahlen, die nicht einmal Höchstleistungen sind. Dem starken Zuwachs der Hauptstämme des Plenterwaldes im Freiland steht eben als Gegengewicht immer die lange Zeit des Schirmdrucks entgegen, unter dem normalerweise jedes einzelne Glied der Bestockung aufwachsen muß!

Über den Wert des erzeugten Holzes gehen die Ansichten ebenfalls auseinander. Meist, wenn auch nicht immer, findet sich in den Stämmen ein sehr engringiger Kern aus der langen Zeit des Druckstandes und dann ein äußerer Mantel mit breiteren Jahrringen aus der Zeit nach der Freistellung. Auch Balsiger bestätigt das als die Regel. Das gibt bei starken Unterschieden dann oft Risse in den Brettern. Auch wird behauptet, daß das Holz meist ästiger sei, was ja auch als Folge des fehlenden Seitenschlusses leicht erklärlich wäre. Von anderen aber wird dies alles bestritten oder doch für nicht so wesentlich hingestellt, daß es ins Gewicht fiel³.

Allgemein zugegeben wird die schwierige Übersichtlichkeit, die schwere Handhabung des Fällungsbetriebes (vielfach ist Aufastung notwendig) und des Abrückens. Eine räumliche Ordnung, die das alles erleichtern würde, ist eben nach dem Wesen dieser Aufbauform nicht möglich.

Einen geradezu phantastischen Entwurf nach dieser Richtung hat Forstmeister Duesberg in seiner sonst von vielen und schönen Gedanken erfüllten Schrift „Der Wald als Er-

¹ Borgmann: Grundzüge der Geschichte und Wirtschaft der kgl. Oberförsterei Eberswalde. Berlin 1905.

² Hierzu besonders Schuberg: Schlaglichter zur Streitfrage: Schlagweiser Hochwald oder Femelbetrieb. Forstwiss. Zbl. 1886, S. 129ff. — Hufnagl: Der Plenterwald, sein Normalbild, Holzvorrat, Zuwachs und Ertrag. Österr. Vierteljahrsschr. f. Forstw. 1893, S. 133. — Fankhauser: Über die Notwendigkeit von Ertragsnachweisen im Plenterwald. Forstwiss. Zbl. 1908, S. 417. — Ferner Balsiger: Der Plenterwald, a. a. O. — Biolley: Méthode du contrôle. Deutsch von Eberbach. Karlsruhe 1922.

³ So z. B. Fankhauser u. Balsiger: a. a. O., demgegenüber insbesondere Fürst: Plenterwald oder schlagwertiger Hochwald. Eine forstliche Tagesfrage, S. 23ff. Berlin 1885. — Wagner, Chr.: Grundlagen der räumlichen Ordnung im Walde, Abschn. 3, Kap. 1.

zieher¹“ versucht, indem er den Plenterwald in lauter gleichseitigen Sechsecken (Wabenwald) aufzubauen empfahl. Innerhalb jedes Sechseckes sollten die verschiedenen Altersstufen, zu Trupps vereinigt, wieder ganz bestimmte Plätze erhalten, und zwar so, daß jeder Trupp im rechtzeitigen Augenblick durch Wegnahme des höheren Trupps, dessen Krone er erreichte, frei werden müßte. Die Fällung sollte mit zwei Seiltrommeln mit Bremsband und Druckhebel und zwei Zugseilen zu seitlicher Führung so geschehen, daß der Baum beim Fällen in jeder Lage festgehalten und noch hängend beliebig verschoben werden könnte! Ein Beispiel, zu welchen Hirngespinnsten die verstiegene Begeisterung für einen Gedanken selbst unter Forstleuten und Praktikern führen kann!

Wenn wir die Bewertung des Plenterwaldes mit den vorangehenden Betrachtungen hier abschließen wollen, so werden wir etwa sagen können: Der Plenterwald ist eine höchst feine und kunstvolle Form, die letzten Endes zur Einzelbaumwirtschaft führt, damit aber auch recht schwierig wird und hohe Anforderungen an alle am Betrieb Beteiligten stellt. Im großen Waldbesitz wäre sie nur unter erheblicher Verkleinerung der Verwaltungsbezirke und Vermehrung des ganzen Personals durchführbar. Die waldbaulichen Vorzüge sind groß, begünstigen aber einseitig die Schatthölzer, hauptsächlich die Weißtanne². Eine Überlegenheit der Massenleistungen ist nicht sicher, die Wertleistung sehr umstritten. Für eine Umstellung der Wirtschaft auf den Plenterwald liegen in Deutschland die Verhältnisse in bezug auf Standort, Holzarten und Betrieb denkbar ungünstig. Er kann bei uns nur Ausnahmefall sein. Aber er wird auch für uns immer eine reiche Quelle des Studiums der ökologischen Verhältnisse im Walde und der verwickelten Beziehungen zwischen Aufbau der Bestockung und Rückwirkung auf die Wirtschaft sein und bleiben!

Der Dauerwaldgedanke. Wir dürfen unsere Betrachtung der Aufbauformen nicht schließen, ohne hier schließlich noch auf den von Alfred Möller in neuester Zeit so geist- und schwungvoll vertretenen Dauerwaldgedanken einzugehen. Und wir können dies wohl nicht besser tun, als daß wir diese Betrachtung unmittelbar an den Plenterwald anschließen, dem die Gedankenführung des Dauerwaldes ja unzweifelhaft zustrebt. Freilich hat Möller selbst nur gesagt: „Führt man solche Idealwirtschaft (ideal vom Standpunkt des Waldbaus) in Gedanken zu Ende, so kann man aus ihr als Idealverfassung des Waldes einen plenterartigen Aufbau des Waldes ableiten. Der Dauerwaldgedanke fordert aber solche Konsequenz nicht³.“

Wir haben schon eingangs gesehen, daß Möller den Wald als Organismus auffaßte. Daraus hat er unmittelbar als Folge abgeleitet, daß man den Wald in seiner natürlichen Entwicklung so wenig wie möglich stören dürfe, wenn man nicht schädigende Wirkungen auf diesen Organismus hervorrufen wolle. Da wir aber nun doch einmal Holz nutzen müßten, so sollten wir es in einer Weise tun, daß „die Stetigkeit des Waldwesens“ und seine natürliche Entwicklung so wenig wie möglich unterbrochen wird, „der Wald darf es gar nicht merken“.

Wir haben uns schon eingangs und wiederholt mit diesen grundlegenden Anschauungen auseinandergesetzt (Teil I, S. 5) und festgestellt, daß der Wald nur eine Lebensgemeinschaft ist, und daß die Bindung aller ihrer Glieder eine sehr viel losere ist als bei einem Organismus⁴. Die

¹ Berlin: Parey 1910.

² Auch Balsiger erkennt das unbedingt an, indem er sagt: „Wo die Weißtanne von Natur vorherrscht, da hat der Plenterwald Berechtigung, ohne sie sinkt er zur Zufälligkeit herab.“

³ Möller, A.: Der Dauerwaldgedanke. Sein Sinn und seine Bedeutung. Berlin 1922.

⁴ Noch eingehendere Auseinandersetzung mit diesen grundlegenden Gedanken in Dengler: Die Stetigkeit des Waldwesens. Eine kritische Betrachtung zur Ökologie des Waldes und den Zielen der Wirtschaft. Silva 1928, S. 1.

Grundanschauung Möllers ist eben übertrieben und damit auch nicht richtig. Damit entfällt aber von selbst ein Teil seiner weiteren Folgerungen, oder sie sind doch im gleichen Maße einzuschränken wie die zugrunde liegenden Voraussetzungen. Möller hat für die forstliche Wirtschaft im Dauerwaldsinne als Bedingungen gefordert:

1. Gleichgewichtszustand aller dem Wald eigentümlichen Glieder,
2. Gesundheit und Tätigkeit des Bodens,
3. Mischbestockung,
4. Ungleichaltrigkeit,
5. einen überall genügenden Holzvorrat zur unmittelbaren Holzwerterzeugung (mindestens Derbholz).

Gegen die ersten beiden Punkte werden kaum Einwendungen zu machen sein. Punkt 3 wird im allgemeinen auch als erstrebenswertes Ziel zu bezeichnen sein. Immerhin muß man hier schon einschalten, daß es doch auch viele Fälle gibt, wo auch Reinbestockung das Gegebene ist und nichts Schädliches für die Produktionskraft enthält (z. B. Buche oder Tanne auf tätigen Standorten, Erle im Bruchwald usw.).

Größeren Bedenken begegnet die grundsätzliche Forderung der Ungleichaltrigkeit. Möller sagt zwar erläuternd dazu, es brauchten „keineswegs alle Altersklassen auf derselben Fläche“ vorhanden zu sein. Wenn er aber an anderer Stelle verlangt, daß im Dauerwald „an Stelle der geernteten Bäume schon andere vorhanden sein müssen, die ihren Platz ausfüllen“, und wenn er unter Punkt 5 überall einen genügenden Derbholzvorrat zur unmittelbaren Holzwerterzeugung fordert, so setzt das zum mindesten doch einen Aufbau voraus, bei dem die Unterstufe überall, wo ein Baum der Oberholzstufe geerntet wird, mindestens schon Stangenholzstärke (Derbholzgrenze!) erreicht hat. Bei einem solchen gegenseitigen Verhältnis sind aber gerade die schwersten Fällungsschädigungen unvermeidlich. Außerdem würde ein Baum, der nur Stangenholzstärke hätte, nicht als platzausfüllender Ersatz für den Erntebaum im Sinne der obigen Forderung gelten können. Nebenbei ist die von Möller angegebene Derbholzgrenze für den Beginn der Wertproduktion vollständig willkürlich und logisch gar nicht zu rechtfertigen (vgl. dazu die Ausführungen S. 365). Nimmt man aber ein Verhältnis an, bei dem die Unterstufe schon stärker ist und die Kronen schon an die der oberen heranreichen, wodurch ebenso die Fällungsschädigungen geringer werden wie volle Ersatzfähigkeit eintreten würde, also etwa schwaches Baumholz als zweite Stufe, dann erfordert die Kontinuität des Betriebes doch unbedingt das Vorhandensein einer jüngeren dritten Stufe, die dann wieder schwaches Baumholz ist, wenn der Oberstamm der zweiten Stufe hiebsreif wird. Damit aber sind wir auch beim plenterartigen Aufbau angelangt. Die Dauerwaldforderungen 4 und 5 führen also, folgerichtig durchdacht, zum Plenterwald. Läßt man sie aber fallen, so bedeutet der Dauerwald nichts wesentlich Neues. Tertium non datur!

In der Literatur haben denn auch Wiebecke, Schwappach, Zentgraf, Beck¹ den Dauerwald einfach mit Plenterwald gleichgesetzt. Viele andere haben sich an die Forderungen 4 und 5 aber nicht gekehrt und schon jeden Naturverjüngungsbetrieb als Dauerwaldwirtschaft ansehen wollen². Schließlich hat man sogar den Kahlschlag³, sofern er durch gute

¹ Wiebecke: Der Dauerwald, 1. Aufl., S. 16. — Schwappach: Besprechung in Forstl. Rdsch. 1921, Nr. 4. — Zentgraf: Für den Plenterwald. Z. f. Forst- u. Jagdwes. 1921, S. 840ff. — Beck: Waldbau. In Lorey: Handbuch d. Forstw. Bd. 2, S. 62 (1925).

² Japing: Natürliche Verjüngung und damit Stetigkeit des Waldwesens auf der ganzen Fläche. Z. f. Forst- u. Jagdwes. 1921, S. 45.

³ Wiedemann: Fichtenwachstum und Humuszustand, S. 60.

Bodenarbeit und Kulturbehandlung pfleglich vorgeht, „so absurd es auch klingen mag“, ebenfalls als Dauerwald bezeichnet. Hausendorff¹ rechnet zwar den Wagnerschen Blendersaumschlag noch zu den dauerwaldartigen Betrieben, den Eberhardschen Schirmkeilschlag aber nicht. Endlich wirft Trebeljahr² unter Bezugnahme auf die Möllerschen Forderungen sogar die Frage auf, ob denn Bärenthoren, das „Musterrevier“ der Kieferndauerwaldwirtschaft, wirklicher Dauerwald ist. Fürwahr eine babylonische Verwirrung, die ihre Ursache eben in der unklaren Abgrenzung der Dauerwaldforderungen und des Begriffs der „Stetigkeit des Waldwesens“ hat!

Es erscheint nach alledem nur möglich, den Dauerwaldgedanken, wie Hausendorff dies auch ausgesprochen hat, nur als ein Ideal anzusehen, dem man in der Wirtschaft nur mehr oder minder zustreben kann. Der Plenterwald würde ihm dann seiner Natur nach am nächsten stehen, der Kahlschlag am entferntesten.

Dauerwaldwirtschaften. Für die Kiefernwirtschaft sah Möller sein Ideal bisher am besten verwirklicht in der Wirtschaft des Kammerherrn Dr. h. c. von Kalitsch in Bärenthoren in Anhalt. Möller hat diese Wirtschaft in einer eingehenden, s. Z. Aufsehen erregenden Arbeit dargestellt³. Eine Ergänzung hat diese Darstellung dann durch die Arbeiten von Wiedemann⁴ und Krutzsch⁵ gefunden. Das Revier ist dadurch im In- und Ausland berühmt und Gegenstand zahlloser Studienreisen geworden.

Die Böden von Bärenthoren sind zwar nur reine Sandböden. Ihr Feinerdegehalt ist aber verhältnismäßig reich und liegt jedenfalls nach den bisherigen Analysen durchschnittlich weit über dem der geringeren und trockneren Böden Norddeutschlands (vgl. die ausführliche Darstellung bei Wiedemann). Das Revier ist etwa 660 ha groß und besteht zur reichlichen Hälfte aus ehemaligen aufgeforsteten Ackerflächen. Als der jetzige Besitzer es im Jahre 1884 übernahm, war der Altholzvorrat nur äußerst gering (nur 67 ha über 60jährige Bestände)! Fast 500 ha waren Dickungen und junge Stangenhölzer von 1 bis 40 Jahren. Die jüngsten Kulturen und älteren Bestände waren vielfach lückig und daher verheidet. Es fand überall noch starke Streunutzung statt. Der neue Besitzer stellte diese zunächst ganz ab. Mit Rücksicht auf den geringen Altholzvorrat verzichtete er auf den allgemeinüblichen und im Forsteinrichtungsplan vorgesehenen Kahlschlag der wenigen Altbestände und entnahm seinem Walde die Nutzung nur in Form häufiger, möglichst jährlich wiederkehrender Durchforstungen, die er selbst sorgfältig nach der Güte des Einzelstammes und mit Rücksicht auf Kronenpflege auszeichnete. Das Zopf- und Astreisig blieb zur Bodendeckung und als Düngung liegen. In den Baumhölzern stellte sich nun mit zunehmender Durchbrechung des Kronenschlusses ein immer reichlicherer Naturanflug ein, auf den aber zunächst nicht besonders geachtet wurde. Erst im weiteren Verlauf, nach heutigen Grundsätzen etwa mit 90 Jahren, sollte der Hieb dann, sich langsam und allmählich verstärkend, auch auf den Jungwuchs Rücksicht nehmen. Die dann etwa noch stehende Stammzahl von 300 Stämmen pro Hektar sollte bis etwa zum 120. Jahre auf 20—40 Überhälter zurückgeführt werden, die dann einwachsen und möglichst bis zu 200 Jahren alt werden sollen (Programm der Wirtschaft nach Wiedemann, a. a. O.). Da die Bestände durchweg gleichmäßig angegriffen werden und der Anflug sich ebenso gleichmäßig einstellt (vgl. die Abb. 246, die typisch für die meisten Bärenthorener Altbestände ist), so liegt ohne jeden Zweifel

¹ Hausendorff: Zur Frage der Dauerwaldwirtschaft. *Silva* 1925, S. 99.

² Trebeljahr: Bärenthoren. *Silva* 1922, S. 309.

³ Möller: Kieferndauerwaldwirtschaft. *Z. f. Forst- u. Jagdwes.* 1920, S. 4.

⁴ Wiedemann: Die praktischen Erfolge der Kieferndauerwaldwirtschaft. Braunschweig 1925. ⁵ Krutzsch: Bärenthoren 1924. Neudamm 1926.

nur ein sehr langsamer und stetiger Großschirmschlag vor, der besonders im Nachhiebsstadium stark verzögert wird und schließlich mit einem mäßigen Überhalt abschließt. Von Plenterwald finden wir nichts in Bärenthoren, und Herr von Kalitsch hat selbst erklärt, daß er diesen gar nicht anstrebt. Es liegt auch nirgends eine Gruppen- oder Saumwirtschaft vor. Ungleichaltrigkeit findet sich nur während der Verjüngungszeit und einige Zeit davor, also etwa während 30—40 Jahren. Ehe die im Schirm sich langsam entwickelnde Verjüngung Derbholz zu produzieren beginnt, ist der Oberholzvorrat schon bis auf einen mehr oder minder reichlichen Überhalt zurückgegangen. Nach diesen Beziehungen erfüllt also auch der Bärenthorener Betrieb die Forderungen Möllers noch nicht einmal ganz. Ebenso ist dort auch kein Mischwald. Die meisten seiner Musterbestände weisen reine Kiefernbestockung auf. Ja, man kann sogar sagen, wenn er Mischwald wäre, dann würde die Kiefernaturverjüngung niemals so geglückt sein!

Die Bestandesbilder, die man heute in Bärenthoren sieht, sind aber doch so ungewöhnlich für die Verhältnisse der norddeutschen Kiefernwirtschaft, daß das Revier mit Recht ein forstlicher Wallfahrtsort geworden ist. Die Eigenart der Wirtschaft in der Vermeidung des Kahlschlages, in seiner vorbildlichen Stamm- und Kronenpflege, der Zuwachsförderung des Einzelstammes und in seinen Verjüngungserfolgen ist ganz unbestreitbar!

Fraglich ist aber, ob die Gesamtmassen- und Wertleistung die anderer Wirtschaftsformen übersteigt, und fraglich ist ferner, ob nicht besondere Verhältnisse vorliegen, welche die Durchführbarkeit der Wirtschaft ermöglichten oder erleichterten. Möller hat das erstere bejaht, das letztere verneint. Daraus würde sich die unmittelbare Forderung ergeben, daß man in der norddeutschen Kiefernwirtschaft allgemein zum Bärenthorener Betrieb übergehen könnte.

Es kann hier nicht auf alle Gründe und Gegengründe eingegangen werden, die im Streit um diese Fragen geäußert worden sind, sondern es muß auf die Literatur darüber verwiesen werden¹. So viel steht aber fest, daß der Vorrat des



Abb. 246. 10—15jährige Kiefernaturverjüngung in Bärenthoren, auf großer Fläche unter lockerem, gleichmäßigem Altholzschirm. Aufn. von Dengler.

¹ Außer den schon angeführten Schriften von Möller, Wiedemann und Krutzsch sind diese Fragen besonders behandelt in Trebeljahr: Kieferndauerwaldwirtschaft. Z. f. Forst- u. Jagdwes. 1920, S. 289. — Graml: Die Bedeutung der Altersklassenverhältnisse. Silva 1920, S. 241. — Busse: Der Fehler in dem Möllerschen Dauerwaldexempel. Ebenda

Bärenthorener Reviers sich seit der Übernahme der Wirtschaft durch den jetzigen Besitzer ganz erheblich vermehrt hat. Den genauen Umfang zahlenmäßig feststellen zu wollen, wie das Möller versucht hat, ist aber nicht möglich, da für die Zeit des Beginns keine zuverlässigen Vorratserhebungen vorliegen und alle schätzungsmäßigen Unterlagen viel zu große Fehlermöglichkeiten enthalten. Als zweites kommt hinzu, daß es kaum möglich ist, den Anteil zu bestimmen, den die besondere Art der Wirtschaftsführung an dieser Vorratssteigerung gehabt hat und welcher Anteil auf das abnorme Altersklassenverhältnis entfällt, das in Bärenthoren schon an sich eine starke Vorratssteigerung mit sich bringen mußte. Denn da im Jahre 1884 fünf Sechstel des Reviers nur 1—40jährige Bestände waren, so standen sie damals nur mit verschwindend kleinen Derbholtzvorräten zu Buche. Da diese große Fläche nun gerade in den nächsten Jahrzehnten über die kritische Grenze trat, an der sich ihr bisheriger Reisholtzvorrat lediglich durch sein Älterwerden in Derbholtz verwandelte, so mußte damit ein ganz gewaltiger Vorratsprung nach vorwärts erfolgen. Es geht nicht an, dies zu vernachlässigen und bei der Berechnung als Erfolg der Wirtschaft zu buchen, wie das in der von Möller aufgestellten Berechnung geschehen ist. Die von Krutzsch für die Periode 1913—1924 angestellten Ermittlungen ergeben nur noch eine geringe Überlegenheit der Massenerzeugung gegenüber den Ertragstabern¹. Aber auch diese Ermittlungen sind in ihren Unterlagen und Methoden noch nicht einwandfrei². Dem sicher stark fördernden Einfluß der Lichtung auf den Einzelstamm steht eben auf der anderen Seite die starke Verminderung der Stammzahl und damit auch die Verminderung der Zuwachsträger auf der Gesamtfläche gegenüber. Es ist die Zwickmühle, in der sich jeder Lichtungsbetrieb mehr oder weniger befindet! Das Optimum steht immer auf des Messers Schneide. Eine klare Entscheidung können hier nur langjährige und sehr genaue Massenermittlungen bringen, wie sie für Bärenthoren bis jetzt nicht vorliegen.

Die andere umstrittene Frage ist die, ob und inwieweit die glänzende Naturverjüngung der Kiefer in Bärenthoren ein Ergebnis der Wirtschaft oder einer besonderen Verjüngungswilligkeit des Bodens ist. Schon Wiedemann³ hat darauf hingewiesen, daß auch die ganz anders bewirtschafteten Reviere der Umgebung vielfach eine ebenso reichliche und gut aushaltende Naturverjüngung zeigen. Jeder Besuch der benachbarten anhaltinischen Forsten, wie z. B. Nedlitz und Serno, kann davon überzeugen. Es müssen also für diese ungewöhnliche Verjüngungsfreudigkeit gewisse günstige lokale Bedingungen vorliegen, die wir zwar vorläufig noch nicht durchschauen, die wir aber gelegentlich auch in anderen Revieren beobachten können, in denen sich an manchen Stellen starke Anflugneigung zeigt, während sie an anderen Stellen bei ganz gleicher Bewirtschaftung, insbesondere gleicher Lichtstellung, ausbleibt. Schon Pfeil, dieser vortreffliche Beobachter und Kenner der norddeutschen Kiefer, hat diese scheinbare Eigenwilligkeit scharf hervorgehoben.

Es ist aber doch wohl kein Zweifel, daß die Bärenthorener Wirtschaft durch das Vorgehen bei der Hiebsführung, durch die besonderen Maßnahmen der Kronen-

1921, S. 57. — Schade: Ist die Kahlschlagwirtschaft dem Dauerwaldbetrieb hinsichtlich Holzmassenerzeugung wirklich unterlegen? Ebenda 1921, S. 81. — Justus: Massenertrag von Kiefernkahlschlagwirtschaft und Dauerwald. Ebenda 1921, S. 138.

¹ a. a. O., S. 64 u. 65.

² Wiedemann: Der laufende jährliche Zuwachs 1913—24 in Bärenthoren. Z. f. Forst- u. Jagdwes. 1926, S. 717. — Dengler: Bärenthoren 1924 von anderer Seite. Dtsch. Forstwart 1927, Nr. 8 u. 9.

³ Wiedemann: Die praktischen Erfolge des Kieferndauerwaldes. — Die Kiefernaturverjüngung in der Umgebung von Bärenthoren. Z. f. Forst- u. Jagdwes. 1926, S. 269.

und Bodenpflege die Naturverjüngung dort noch in starkem Grade gefördert hat. Die richtige Erkennung der gegebenen Möglichkeiten und die daraufhin bewirkte entschlossene Umstellung der ganzen Wirtschaft mit ihrer Abkehr vom herrschenden Kahlschlagsystem und mit allen weiteren, fein durchdachten Maßregeln bleibt das volle und urpersönliche Verdienst ihres Schöpfers und Leiters! Eine Übertragung auf andere Verhältnisse wird nur dort möglich sein, wo auch die gleichen oder doch sehr ähnliche Verhältnisse, vor allen Dingen die gleiche Verjüngungswilligkeit der Kiefer und ein verhältnismäßig junger Vorrat gegeben sind. Hiermit steht und fällt die ganze Wirtschaftsführung in ihrer besonderen Form.

Ein anderes in der Dauerwaldwirtschaft bekannt gewordenes und oft genanntes Revier ist die preußische Oberförsterei Eberswalde unter ihrem früheren, jetzt verstorbenen Leiter, Forstmeister Prof. Wiebecke. Dieser wollte unter Dauerwald nur den Plenterwald verstanden wissen¹. In welcher Weise er denselben durchzuführen und aufzubauen gedachte, hat er freilich nicht genauer angegeben.

Angebahnt war der Plenterwald in zwei größeren Teilen von Eberswalde bereits durch Danckelmann. Dieser hatte in einem nahe bei der Stadt gelegenen Teil aus ästhetischen Rücksichten einen Parkplenterwald einrichten lassen und in einem anderen, auf dem alten Ackerboden einer früheren Domaine, in dem die jungen Stangenhölzer von den Sterbehorsten der Ackertannenkrankheit stark durchlöchert waren, den sog. Pilzplenterwald. In den stark von Buche und anderen Laubhölzern durchstellten Beständen des ersten Teils wurden in regelmäßigem Turnus nur horstweise Kahlschläge geführt und auf diesen ausländische Schatthölzer (Douglasien, Lawsonszyypressen, Nordmannstannen), in reinen Kiefernpartien auch Roteichen, Lärchen u. dgl. angebaut. Im Pilzplenterwald beschränkte man sich auf Abrundung der Sterbehorste und Auspflanzung mit Akazie, Roteiche, *Prunus serotina* *Acer Negundo* usw.

Wiebecke erreichte dann die taxatorische Ausdehnung des Plenterbetriebes auf den ganzen Wald und begann die waldbauliche Umstellung teils durch Einzelaushieb von hiebsreifen Stämmen (vgl. seine Erklärungen dazu a. a. O. S. 21), teils durch sog. Lückenhiebe, d. h. Abtrieb kleiner lückig bestockter Stellen in den älteren Beständen unter geringem Überhalt von einzelnen Kiefern und jüngerem Laubholz. Diese Lücken wurden dann grundsätzlich durch Kiefernfaat mit einer geringen Beimischung von Fichtensamen wieder kultiviert². Nach neueren Feststellungen sind über 500 solcher Lückenhiebe im Revier geführt worden, anfangs sehr klein (10 a), später größer, bis 50 a. Eine Erweiterung (Umrändelung) war nicht geplant. Die Lückenhiebe sollten ja nur die „produktionslosen“ Stellen treffen und an ihre Stelle „produktive“ Flächen setzen! Es ergab sich also auch hier wie beim Danckelmannschen Parkplenterwald eine reine Horstwirtschaft mit festen Rändern. (Letzten Endes hätte diese Form übrigens zum Aufbau des Mayrschen Kleinbestandswaldes führen müssen!) Ein Plenterwald im eigentlichen Sinne konnte hierdurch nur sehr unvollständig angebahnt werden. Irgendwelche plenterartigen Bilder sind bei der Kürze der Zeit (10—15 Jahre) auch nirgends entstanden.

Der Aushieb von hiebsreifen Einzelstämmen war auf die Dauer, da Naturverjüngung sich nur sehr unvollkommen in drei alten Kiefernreinbeständen gezeigt hat, nur in den zahlreichen alten Mischhölzern möglich, wo die Buche als reiches Füll- und Unterholz auftrat. Der Plenterhieb mußte hier aber zwangsläufig genau so zu reinen Buchenbeständen führen, wie das Borgmann s. Z. für den älteren Plenterbetrieb des 18. Jahrhunderts schon nachweisen konnte (vgl. S. 541).

Die Lückenhiebe zeigten in den ersten Jahren meist gutes bis sehr gutes Gedeihen der Jungkiefer infolge guter Bodenbearbeitung und reichlicher Ver-

¹ Wiebecke: Der Dauerwald in 16 Fragen und Antworten. Stettin: Verlag d. Landwirtschaftl.-Kammer 1920.

² Vgl. die Anweisungen dazu a. a. O., S. 31.

wendung besten Saatgutes. In der ersten Jugend zeigt die Kiefer ja tatsächlich auf frischen, humosen Böden eine ziemliche Schattenfestigkeit, die ihr Wiebecke aber in den kleinen Lücken zwischen hohem Altholz und mit dem reichlichen Schirm von kleinen Laubböhlzern auf lange Dauer zumuten wollte. In der Folge hat der größte Teil dieser Lücken völlig versagt. Auf den besseren und frischeren Böden ist die Kiefer besonders an den Rändern unter Graswuchs und Schütte erstickt, auf den ärmeren und trockneren trat Verheidung und Wurzelkonkurrenz stark schädigend auf (Abb. 247). In den letzten Jahren sind bereits von Wiebecke teilweise Erweiterungen dieser Lücken und z. T. vollständige Neukulturen der alten mißlungenen ausgeführt worden. Der weitaus größte Teil der Lücken wird sich auf die Dauer nicht halten lassen oder doch sehr schlecht geschlossene Bestände ergeben. Nur wenige, meist größere und



Abb. 247. Lückenhieb mit künstlicher Kultur der Kiefer im Eberswalder Dauerwald auf trockenen Böden der Försterei Melchow (Talsand). Der Jungwuchshorst ist 10–12jährig, in der Mitte etwa 3 m, an den Rändern links und rechts nur 1 m hoch, im Vordergrund (Südostecke der Lücke) ist der Jungwuchs auf 5–6 m Breite vollständig eingegangen und Verheidung eingetreten (vgl. die stammweise Aufnahme der Lücke bei Wiedemann: a. a. O., Tafel 34). Aufn. von Dengler.

offenbar unter besonderen Bodenbedingungen (Mergeluntergrund, flaches Grundwasser) stehende Flächen zeigen heute noch gutes Gedeihen¹. Sie waren es wohl, auf die Wiebecke immer wieder seine Ansicht von der großen Schattenfestigkeit der Kiefer gestützt hat. Heute erscheint diese Form des Betriebes allen Instanzen der Wirtschaftsleitung nicht weiter durchführbar.

Zum Schluß sei hier noch kurz auf das ebenfalls unter den Dauerwaldwirtschaften genannte v. Keudellsche Revier Hohenlubbichow in der Neumark hingewiesen. Seine dauerwaldartige Note trägt es im Grundsatz der Vermeidung des Kahlschlages und in der Kultur der Kiefer, Eiche und Buche unter Schirm nach z. T. sehr gründlicher Bodenbearbeitung. Naturanflug der Kiefer findet sich nur stellenweise, wird natürlich auch gepflegt, spielt aber dem Umfang nach vorläufig keine größere Rolle. Die Umstellung der Wirtschaft nach den obengenannten Richtungen hin ist aber erst seit so kurzer Zeit, etwa seit 10 Jahren, erfolgt, daß sie dem Waldaufbau bis jetzt noch

¹ Vgl. die eingehenden Untersuchungen hierüber bei Wiedemann: Die praktischen Erfolge des Kieferndauerwaldes, S. 120ff.

keinen bestimmten Stempel aufdrücken konnte und sich die endgültige Durchführbarkeit heute auch noch nicht recht beurteilen läßt. Das besonders berühmt gewordene Vollumbruchverfahren von Hohenlübichow¹ ist in der Hauptsache nur auf früheren Kahlschlägen und großen Aufforstungsflächen zur Anwendung gekommen und hat mit der Dauerwaldwirtschaft an sich nichts zu tun.

Wenn wir die in der Praxis bekannten Dauerwaldbetriebe mit den Möllerschen Anforderungen für die Stetigkeit des Waldwesens vergleichen, so finden wir überall, selbst in Bärenthoren, recht erhebliche Abweichungen. Selbst dort ist die Ungleichaltrigkeit mehr oder minder nur vorübergehend und nur in einem zweistufigen Aufbau vorhanden. Mischbestockung fehlt sogar so gut wie ganz, denn Buchenunterstand kommt nur in wenigen Abteilungen vor. Auch dort ist also das tatsächliche Bild vom Ideal recht weit entfernt.

Man würde aber der Bedeutung des Dauerwaldgedankens durch diese kritische Betrachtung doch nicht genügend gerecht werden, wenn man nicht rückhaltlos anerkennen wollte, daß er durch seine eindrucksvolle Betonung aller Maßregeln der Boden- und Bestandespflege und den dringlichen Hinweis darauf, daß wir über der Verjüngungspflege auch die Vorratspflege nicht vergessen dürfen, in der Praxis außerordentlich viel segensreiche Wirkungen ausgeübt hat. Insbesondere gilt das für die norddeutsche Kiefernwirtschaft und den Kleinbesitzwald. Besonders muß hier der unermülichen Aufklärungstätigkeit Wiebeckes durch zahlreiche Lehrgänge für den Privatwaldbesitz als eines großen Verdienstes gedacht werden. Daß in vielen Bauernwaldungen heute die Streunutzung abgestellt ist, Unterbau ausgeführt und verständlich durchforstet wird, ist ein großer und hoch einzuschätzender Erfolg, der heute durch die Gründung der vielen Waldbauvereine unter der Mithilfe der Forstabteilungen der Landwirtschaftskammern in zukunftsreicher Weise weitergeführt wird. Liegen hier auch nur alte, längst im Waldbau anerkannte und gelehrte Selbstverständlichkeiten vor, so war es doch eben die Dauerwaldbewegung, die hier einen erneuten, kräftigen Anstoß gegeben, den Gleichgültigen das Gewissen geschärft und die Lauen auferüttelt hat. Es erscheint fast wie eine geschichtliche Notwendigkeit, daß jede Reformation mit ihren Forderungen immer erst über die Grenzen des Richtigen hinausgehen muß, um das wirklich Erreichbare zur Tat werden zu lassen!

Schlußwort.

Durch den ganzen Teil dieses Buches zieht sich als Leitgedanke die Vorstellung vom Wald als einem Bauwerk. Mit der Eigenheit und den Eigenschaften unseres Baumaterials, der Bäume und Bestände, haben wir begonnen. In der Verjüngung und Bestandenserziehung lernten wir die Grundsätze der Bildung und Ausformung dieses Materials kennen. In den Betriebsformen, in der Zusammensetzung der Steine zu einem Gebäude von bestimmter Konstruktion und bestimmtem Stil findet das Ganze seine Krönung!

Und genau so wie in der eigentlichen Baukunst Konstruktion und Stil sich dem Baumaterial, den besonderen Zwecken des Gebäudes und dem Charakter der Landschaft anzupassen haben, so hat auch in der Waldbaukunst die Form des Aufbaus nach Holzart, Wirtschaftsziel und Standort zu wechseln. Hierin liegt mehr wie eine bloß äußere Ähnlichkeit mit der Baukunst, hier besteht innere Wesensverwandtschaft. **Waldbau bedeutet im Letzten und Höchsten nur Waldaufbau!**

¹ Vgl. S. 384.

Namen- und Ortsverzeichnis¹⁾.

- Albert, R. 130, 138, 174, 184,
 188, 294, 356, 373, 426,
 427, 472.
 Alemann, F. A. v. 417.
- Bansi, E. 214.**
 Bärenthoren 544.
 Bauer, E. 196.
 Bernbeck, O. 161.
 Bertog, H. 354.
 Bertsch 91.
 Boden, F. 312.
 Bohdannecky, J. 458.
 Booth, J. 337.
 Borggreve, B. 10, 144, 274,
 287, 392, 441, 449, 458,
 459, 468, 497, 501, 524.
 Borgmann, H. 524.
 — W. 357, 541.
 Brockmann-Jerosch 33, 46,
 48, 49, 113.
 Bühler, A. 247, 275, 313, 416,
 474.
 Burger, H. 193.
 Burckhardt, H. 273, 522.
 Büsgen, M. 28.
 Busse, I. 398, 462, 534.
- Cajander, A. K. 291.
 Cieslar, A. 145, 152, 154, 156,
 205, 211, 212.
 Cotta, H. 272.
- Danckelmann, B. 364, 479,**
 497, 518, 547.
 Darwin, Ch. 4.
 Dengler, L. 488.
 Dieterich, V. 342.
 Dittmar, H. 386.
 Duesberg, R. 541.
- Eberbach, O. 365.**
 Eberhard, J. 532.
 Ebermayer, E. 159, 175.
 Eberswalde 547.
 Engler, A. 148, 151, 205, 211,
 212, 219, 257.
 Erdmann, F. 15, 428, 522.
 Erdmannshausen 522.
- Fabricius, L. 144.
 Falk, R. 325.
 Flury, Ph. 246.
 Francé, R. H. 193.
 Fricke, K. 144.
- Gaidorf 526, 530.**
 Gayer, K. 273, 492, 540.
 Gehrhardt, E. 279, 461.
 Geiger, R. 120, 166.
 Geist (Senator) 416.
 Gräbner, P. 11, 12, 428.
- Haack, Fr. 240, 241, 242, 243,**
 422.
 Hamm, J. 476.
 Hartig, E. F. 520.
 — G. L. 270, 501, 502, 520.
 — R. 153, 232, 426.
 — Th. 271.
 Hartmann, F. K. 181, 291,
 292, 294, 468.
 Hauch, L. A. 212, 248.
 Haufe, H. 444, 531.
 Hausendorff, E. 544.
 Hausrath, H. 92, 187.
 Heck, K. R. 456.
 Hesmer, H. 91, 92.
 Hesselman, H. 13, 61, 150,
 179, 230, 472, 499.
 Heyer, C. 272, 462, 501.
 — G. 143.
 Hilf, H. H. 202, 203.
 Hohenlübichow 548, 549.
 Höhnel, F. R. v. 132, 135.
 Holmsen, H. R. 64.
 Homburg, G. Th. 520.
 Hoppe, E. 132.
 Huber, H. v. 505, 510.
 Humboldt, A. v. 36.
- Ilvessalo, L. 291.**
 Imhof, E. 48.
- Jedlinski, W. 60.**
 Johannsen, W. 196, 197, 198.
 Junack, C. 285.
- Kalitsch, Fr. v. 472, 544.**
 Kanngießer, Fr. 264.
 Kautz, H. 14, 535.
 Keudell, W. v. 548.
 Kienitz, M. 153, 204, 208,
 217, 234, 421, 445, 466.
 Kihlmann, A. O. 41, 42.
 Klebs, G. 227.
 Knuchel, H. 141.
 Kötz, F. 303.
 Kraft, G. 447, 448, 449.
 Krahe, J. A. 478.
 Krause, E. H. L. 11, 12.
 Kruedener, A. v. 290.
 Krutsch, H. 544, 546.
 Künkele, Th. 279, 357.
 Kvpapil, K. 181.
- Langenbrand 532.**
 Laspeyres, H. 60.
 Lönnroth, E. 291.
 Lorey, T. 272.
 Lundegårdh, H. 157, 158,
 159, 160.
- Manteuffel, H. E. v. 417.**
 Mattfeld, J. 68.
 Mayr, H. 25, 33, 34, 45, 52,
 113, 127, 199, 269, 275,
 281, 338, 339, 340, 524.
 Meinecke d. J., Th. 159, 160.
 Melin, E. 176.
 Mendel, G. 198.
 Metzger, K. 164, 449, 457.
 Michaelis, C. 231, 457, 458.
 Mitscherlich, E. A. 111, 158.
 Möller, A. 173, 177, 178, 194,
 298, 365, 371, 426, 472,
 500, 542, 544.
 Morosow, G. F. 290.
 Mortzfeld, J. 513, 514.
 Müller, P. E. 428.
 Münch, E. 163, 165, 215, 216,
 219, 224, 341.
- Naumann, J. 473.**
 Némec, A. 181.
 Neubruchhausen 522.
 Nobbe, Fr. 239.

¹⁾ Nur soweit im Text darauf Bezug genommen ist, nicht für die Literaturhinweise der Fußnoten.

- Oelkers, J.** 114, 141, 154.
Olsén, C. 181.
Oppermann, A. 55, 217.

Peter, A. 156.
Pfeil, W. 271, 494.
Plafmann, E. 313.

Ramann, E. 129, 133, 155,
174, 194, 299, 355.
Rebel, K. 186, 294, 297, 299,
389, 506, 509.
Reuß, H. 416.
Romell, L. G. 253.
Rubner, K. 65, 291, 400, 482.
Runnebaum, A. 357, 470.

Salisch, H. v. 338, 458.
Schilling, L. 362, 363.
Schmidt, W. 152, 181.
Schott, K. 205.
Schotte, G. 210, 211.
Schreiber, M. 313.
- Schroeter, C.** 50.
Schubert, J. 120, 123, 132,
166, 167.
Schütze, W. 173.
Schwappach, A. 97, 339, 341,
342, 346, 362, 398, 451,
459, 465, 471.
Schwarz, F. 165, 255.
Seebach, Ch. v. 520.
Seeholzer, M. 501.
Seitz, W. 221.
Sieber 535.
Spitzenberg, G. K. 188, 371,
376, 381, 415.
Splettstößer jun., A. 413.
Stahl, E. 149.
Sylvén, N. 230.
- Tichy, A.** 540.
Tschermak, L. 283.
- Urich, K.** 523.
- Vanselow, K.** 224, 345, 361.
Vogl, J. 524.
Volgens, G. 36.
- Wagener, G.** 523.
Wagner, Chr. 121, 277, 280,
282, 442, 492, 495, 526,
538.
Wappes, L. 492.
Wibeck, E. 414.
Wiebecke, E. 416, 470, 547,
549.
Wiedemann, E. 63, 128, 256,
293, 296, 305, 311, 356,
391, 461, 468, 470, 472,
495, 499, 544, 546.
Wiesner, J. 140, 142, 155.
Willkomm, M. 56.
Wimmenauer, K. 117.
Wittich, W. 386, 387, 499.
- Zacher, M.** 480.

Sachverzeichnis.

- Abholzigkeit 165.
Abies cephalonica 45.
 — *Nordmanniana* 45.
 — *pectinata* 45, 105, 212, 309, 311.
 — *pichta* 44.
 — *sibirica* 44.
 Abietum 35.
 Absenkerbildung 236.
Acer campestre 85, 332.
 — *negundo* 349.
 — *platanoides* 85, 332.
 — *pseudoplatanus* 85, 332.
 Ackertannenkrankheit 186, 426.
Agaricus melleus 245, 265, 300, 301.
 Ahorn, Berg- 85, 332.
 — Feld- 85, 332.
 — Spitz- 58, 332.
 Akazie 336, 433, 481.
 Akazienniederwald 481.
 Akklimatisation 199, 338.
Alnus glutinosa 83, 325, 480.
 — *incana* 83, 335, 433.
 — *viridis* 38, 39, 84.
 Alpenlärche 79.
 Alpinetum 35.
 Alterserscheinungen bei den Bäumen 262.
 Anbaufähigkeit 338.
 Anbauwürdigkeit 338.
 Anflug 236.
 Anwuchs 245.
 Aperstellen 43.
 Arten, gute nach Linné 196.
 Artmerkmale 196.
 Aschenanalysen der Holzarten 175.
 Aspe 82, 334.
 Assoziation 289.
 Assimilation, allgemein 138.
 — und Kohlensäure 157.
 — und Licht 141, 151.
 Ästung, Grün- 466.
 — Kosten der 467.
 — Trocken- 466.
 — Zweck der 465.
 Auewaldgebiete 110.
 Aufästung im Mittelwald 489.
 Aufforstung, Acker- 425.
 — Dünen- 430.
 Aufforstung, Flugsand- 430.
 — Heide- 427.
 — Kalköderland- 432.
 — Moor- 434.
 Auflagehumus 188.
 Auflagetorf 188.
 Auflaufen des Samens 240.
 Aufschlag 236.
 Aufwuchs 245.
 Ausbreitungsvermögen 248.
 Ausländerfrage 337.
 Ausscheidungsvermögen 248.
 Ausschlagbildung 236.
 Austreiben, Beginn 253.
 Auswahlpflanzung nach H. Mayr 444.
 Azidität, Formen der 180.
 — der Waldböden 180.
 Bajonettbildung 40.
 Ballenstecher, Jansascher 418.
 Bankskiefer 346.
 Bastard 198.
 Baumform, Grenze für 2.
 Baumgrenze, allgemein 39.
 — alpine 46.
 — Höhenlage in Europa 47.
 — Holzarten an der 44.
 — polare 45.
 Baumhöhenklassen 2.
 Baumholz, Begriff 245.
 Baumsteppe 3.
 Baumwürger (Liane) 21.
 Bedeckungstiefe des Samens 399, 400.
 Befruchtung 229.
 Bergahorn 85, 332.
 Bergkiefer 38, 39, 42, 45.
 — natürliches Verbreitungsgebiet 81.
 Bergrüster 85, 333.
 Beschattungsversuche 145.
 Bestandesbegründung 365, 366.
 Bestandeserziehung 445.
 Bestandespflege 445.
 Bestandestypen 288.
 Bestandesverjüngung 365.
 Bestäubung, Allgemeines 229.
 — Störungen der 230.
 Bestockungsgrad 280.
 Betriebsarten 473.
 Betriebsformen, Übersicht 473.
Betula Ermanni 44.
 — *pubescens* 44, 82, 329.
 — *errucosa* 82, 329.
 Bewässerung 434.
 Blattstellung und Licht 140.
 Bleicherde 189.
 Blendersaumschlag 526.
 Blühen, allgemeine Bedingungen 226.
 Blütezeiten der Holzarten 228.
 Binnendünen 185.
 Biozönose 3.
 Birkberge 483.
 Birken 44, 82, 329.
 Birkenzeit 89.
 Boden, Allgemeines 168.
 Bodenansprüche der Bäume 175.
 Bodenarten und Verteilung der Holzarten 171.
 — und Verteilung in Deutschland 185.
 Bodenatmung 158.
 Bodenazidität 180.
 Bodenbearbeitung, Allgemeines 367.
 — Bewertung 386.
 — Fläche der 372.
 — Kosten der 386, 439.
 — als Pflegemaßregel 470.
 — Zeit der 373.
 Bodendecke, Abbrennen 369.
 — lebende 367.
 — tote 367.
 — Verfilzung der 368.
 Boden, Durchlüftung 184, 193.
 Boden, Einzelkornstruktur 184.
 Boden, Feinkorngehalt 184.
 Bodenfeuchtigkeit, allgemein 128, 177, 183.
 — im Walde 133.
 Bodenflora und Waldinnenlicht 155.
 Bodenfräse 383.
 Bodengare 185, 368.
 Boden, Gründigkeit 168.
 Bodenhumus 188.
 Bodenhumusgehalt 176.
 Boden, Krümelstruktur 184.

- Bodenlockerung 369.
 Boden, Luftkapazität 193.
 Bodenmikroflora und Mikrofauna 192.
 Boden, Mineralstoffentzug durch den Wald 186.
 — Mineralstoffgehalt 173.
 — Nährstoffquelle 170.
 Bodenpflege 194, 470.
 Bodenrassen 219.
 Bodensonde, Meyenburgsche 369.
 Bodenvorbereitung 367.
 Bodenwärme 118.
 Buche, Bestandesentwicklung 316.
 — Bestandestypen 314.
 — Hauptverbreitungsgebiet in Deutschland 104.
 — Höhengrenzen 38.
 — Keimlingskrankheit 244.
 — klimatische Bedingungen 73.
 — Maximum 72.
 — Mischbestände 350, 352, 354, 359.
 — Mullflora 315.
 — natürliches Verbreitungsgebiet 71
 — Optimum 72.
 — Süßgrasflora 315.
 — Vorkommen auf Bodenarten 74.
 — Weißkernigkeit 172.
 Buchengebiet, westdeutsches 107.
 Buchenhochwald, modifizierter, v. Seebach 520.
 Buchenkonservationshieb von Hartig 520.
 Buchenmüdigkeit 319.
 Buchenzeit 89.
 Brandkultur 369.
 Breitsamenschlag 501.
 Breitreifen 279.
 Brettwurzel 20.

Calluna vulgaris 10.
Carpinus betulus 84, 330, 352.
Castanea vesca 335, 482.
 Castanetum 34, 37.
 Catingas 29.

 Dauerwaldbewegung 5, 366, 500.
 Dauerwaldgedanke 542.
 Dauerwaldwirtschaften 544.
 Dammkultur 372.
 Decksande 185.
 Dickenwachstum, jährlicher Verlauf 254.
 Dickenzuwachs nach Lebensalter 259.
 Dickung, Begriff 245.
 Dornwäldungen 29.

 Douglasie 340, 393.
 Dryaszeit 89.
 Düngung als Bestandespflegemaßregel 471.
 — Frage der 471.
 — Kalk- 429.
 Dunkelschlag 501.
 Durchforstung, Auszeichnung der 463.
 — Beginn der 462.
 — Bohdanneckysche 458.
 — Bramwalder 457.
 — Dänische 457.
 — Derbholz- 447.
 — Handhabung in der Praxis 462.
 — Hecksche freie 456.
 — Hoch- 453.
 — Maß des Eingriffs 462.
 — Nieder- 452.
 — Plenter-, Borggrevesche 456, 458.
 — Posteler 458.
 — Reisig- 447.
 — Wiederkehr der 463.
 — Wirkung, allgemeine 450.
 — Wirkung auf Wasserfaktor 138.
 — Worliker 458.
 Durchforstungsarten, Massenleistung 460.
 — der Versuchsanstalten 452.
 — Wertleistung 460.
 Durchforstungseinheit, Busse-sche 462.
 Durchforstungsgrade nach Kraft 449.
 Durchlüftung des Bodens 184, 193.
 Durchreiserung 447.
 Dürrejahre, Einfluß auf Zuwachs 256.
 Dürresistenz 126.

 Edaphon 3, 193.
 Edelhölzer 332.
 Edelkastanie 335.
 Edelkastanienniederwald 482.
 Eggen 379.
 Eibe, natürliche Verbreitung 81.
 Eiche, Bestandesentwicklung 321.
 — Bestandestypen 320.
 — Einzelüberhalt 517.
 — Hauptverbreitungsgebiet in Deutschland 104.
 — Heister 321.
 — Mehltau 322.
 — Mischbestände 352, 359, 363.
 — Provenienzversuche 212.
 — Wasserreiser 323.
 — Wickler 324.
 Eichelhäher (Saatstock) 401.

 Eichelschippchen, slawonisches 400.
 Eichengebiet, rheinisch-westfälisches 107.
 Eichenkompositionsbetrieb 519.
 Eichenschälwald 477.
 Eichensterben 324.
 Eichenzeit 89, 90.
 Einstufen 400.
 Einzelkornstruktur 184.
 Einzelüberhalt 517, 518.
 Eisanzhang an der Waldgrenze 42.
 Engerlingsschäden im Jungwuchs 245.
 Entwässerung 434.
 Epiphyten 20.
 Erbllichkeit erworbener Eigenschaften 199.
 — Gesetze der 196.
 Erica tetralix 10.
 Erlenkrankheit 327, 481.
 Erlenniederwald 480.
 Ertragstafeln 249, 254.
 Esche 85, 331.
 — Zwieselwuchs 332.
 Etiollement 146.
 Exzentrizität der Stammscheibe 164.
 Exposition (Hanglage) 120.

 Fächerschnitt nach Spitzenberg 415.
 Fagetum 35.
Fagus sylvatica, vgl. Buche 38, 71, 104, 107, 172, 314, 350, 352, 354, 359.
 Fällungsschäden 392.
 Fäulnis als Alterserscheinung 264.
 Feinkorngehalt des Bodens 184.
 Feldahorn 85, 332.
 Feldrüster 85, 332.
 Femelschlag, Abarten 512.
 — Badischer 514.
 — Bayrischer 505.
 — Geschichte 504.
 — gruppen- und horstweiser 505.
 — kombinierter 509.
 — Saum- 509.
 — Wertung 514.
 Femelwald 540.
 Feuchtigkeitsgrenze = Waldgrenze 7.
 Fichte, Bestandesentwicklung 304.
 — Bestandestypen 302.
 — Borkenkäfer 307.
 — Hauptverbreitungsgebiet in Deutschland 104.
 — Höhengrenzen 38.

- Fichte, klimatische Bedingungen 62.
 — Maximum 62.
 — Mischbestände 349, 350, 351, 362, 363.
 — natürliches Verbreitungsgebiet 58.
 — Nonne 307.
 — Optimum 62.
 — Provenienzversuche 211.
 — Rohhumusbildung 305, 306.
 — Rotfäule 172, 307.
 — Rüsselkäfer 305.
 — Vorkommen auf Bodenarten 65.
 — Windwurf 307.
 Fichtengebiet, mitteldeutsches 108.
 — schwäbisch-bayrisches 109.
 Flächgründigkeit 168.
 Flachkultur 428.
 Flachwurzler 201.
 Flatterrüster 85, 333.
 Flechtenwuchs 40.
 Flügelsäge, Alerssche 467.
Fraxinus americana 348.
 — *excelsior* 85, 331.
 Freilandklima 122.
 Fruchtbildung, Störung der 230.
 Fruchtfolge (Junack) 285.
 Fruchtreife der Holzarten 231.
 Frühholz 254.
 Frühling, Erst- 250.
 — Voll- 250.
 — Vor- 250.
 Füllholz 282.
 Gariguen 9.
 Genotyp 196.
 Geradschäftigkeit bei Kiefer nach Rassen 208.
 Gesteinsarten und Verbreitung der Holzarten 171.
 Gleichgewicht, biozönotisches 5.
 Gleichstufigkeit 279.
 Grasläerche 79.
 Grenzhorizont 89.
 Grenztorfschicht 13.
 Großbestände, Begriff 277.
 — Wertung 285.
 Großfläche 278.
 Großschirmschlag, Geschichte 501.
 — Verfahren 502.
 — Wertung 503.
 Grubber 379.
 Gründigkeit des Bodens 168.
 Gründung 421.
 Grundwasser 128.
 Grundwasserspiegel 133.
 Grundwasserstand 129.
 Gruppe 279.
 Gruppenanhebe 506.
 Hacken 374.
 Hackwäldchen 483.
 Hähsersaaten 237, 366.
 Hainbuche 84, 330, 352.
 — Spannrückigkeit 331.
 Halbheister 408.
 Halbhothen 408.
 Halbschattenkämpe 469.
 Halbschattholzarten 143.
 Hallimasch 245, 265, 300, 301.
 — Altersschäden bei Kiefer 300, 301.
 — Jugendschäden durch 245.
 Harken 373.
 Hartlaubwälder 17, 22.
 Hauberge, Siegener 96, 483.
 Heide 10.
 — Entstehungsfrage 11.
 Heidegebiet, nordwestdeutsches 107.
 Heidesande 185.
 Heister 408.
 Heisterknick 409.
 Herzwurzler 201.
 Heterozygoten 198.
 Hieb, Kahl- 492.
 — Plenter- 493.
 — Schirm- 493.
 Hiebsart des Blendersaumschlages 529.
 Hiebszug des Blendersaumschlages 528.
 Hitzetod 115.
 Hochdurchforstung 453.
 Hochmoor 12.
 Hochwald, Hiebsarten 492.
 — Übersicht 492.
 Hochwaldbetrieb, zweialtriger 516.
 — zweistufiger 516.
 Hochzucht, forstliche 225.
 Höhenkiefer 224.
 Höhenwachstum in der ersten Jugend 246.
 — der Kiefer nach Rassen 209.
 Höhenzuwachs nach Lebensalter 257.
 Hohlbohrer, Heyerscher 418.
 Hohlspaten, Heyerscher 415.
 — Junackscher 418.
 Holzarten, Verteilung in Deutschland 103.
 Holzartenwechsel, geschichtlicher 98.
 Homburgsche Nutzholzwirtschaft 520.
 Homozygoten 198.
 Horizontalschluß 280.
 Hornäste 40.
 Horst 278.
 Humusarten 188.
 Humusbildung im Wald 188.
 Humus und Bodenfeuchtigkeit 177.
 — Düngewirkung 177.
 — Stickstoff im 176.
 Humuszehrer und -mehrer 429.
 Hungerfruchtbarkeit 227.
 Hutewald 526.
 Hygrophyten 126.
Hylobius abietis 245.
 Individualauslese 222.
 Insektenblütler 229.
 Isotherme, 10^o Juli 45.
 Jahreszuwachs, durchschnittlicher, der mittleren Bestandeshöhe 257.
 Jährlinge 408.
 Jahrringbildung im tropischen Regenwald 21.
 Jochläerche 79.
 Johannistrieb 252.
 Jugendgefahren für Keimlinge 244.
Juniperus communis 81.
 — *nana* 38.
 Kahlschlag, Beurteilung seiner Wirkung auf den Boden 195.
 Kahlschlagbetrieb, Geschichtliches 493.
 — Schlagfläche 495.
 — Schlagfolge 495.
 — Kalamitäten 500.
 — Verfahren 494.
 — Wertung 498.
 Kalamitäten im Walde 5, 265, 500.
 Kalkdüngung 429.
 Kalkesche 219.
 Kalkflora 171.
 Kampballen 418.
 Kämpe, Dauer- 419.
 — Düngung 420.
 — fliegende 419, 537.
 — Größe der 419.
 — Halbschatten- 469.
 — Herrichtung 420.
 — Saat- 422.
 — Saatmengen 423.
 — Schutz und Pflege der 425.
 — Verschul- 422.
 — Wander- 419.
 Kandelaberbildung 40.
 Kantenanhebe nach Kautz 535.
 Kardinalpunkte (d. Lebensfaktoren) 111.
 Karezerscheinungen 173.
 Karpathenläerche 79.
 Keimbett 244, 399.
 Keimenergie 241.

- Keimglocke, Dänische 397.
 Keimhemmungen 243.
 Keimkasten, Haackscher 397.
 Keimlingskrankheit der Buche 244.
 Keimprozent 241.
 Keimruhe 239.
 Keimschnelligkeit 241.
 Keimung des Samens in der Natur 243.
 — äußere Bedingungen 240.
 Kernwuchsbetrieb 474.
 Kernwüchse im Mittelwald 486.
 Kiefer, Alter, kritisches der Bestände 299.
 — Banks- 346.
 — Baumschwamm 301.
 — Berg- 38, 39, 42, 45.
 — Bestandesentwicklung 296.
 — Bestandestypen 293.
 — Darmstädter 108.
 — Einzelüberhalt 518.
 — Geradschäftigkeit nach Rassen 208.
 — Hauptverbreitungsgebiet in Deutschland 104.
 — Höhen- 224.
 — Insektenschäden 301.
 — Kienzopf 265, 299, 300.
 — klimatische Bedingungen 56.
 — Kusselbestände 294.
 — Maximum 56.
 — Mischbestände 352, 354, 362.
 — Naturverjüngung 296, 546.
 — natürliches Verbreitungsgebiet 53.
 — Optimum 56.
 — Pech- 346.
 — Platten- 221.
 — Provenienzversuche 205.
 — Rassengebiete 224.
 — Schuppen- 221.
 — Schütte 245, 265, 298.
 — Schwarz- 347.
 — Schwarzwald- 224.
 — Starkholzzucht 519.
 — Tieflands- 224.
 — Weimuts- 344.
 — Winterverfärbung sog. (Karenerscheinung) 173.
 — Winterverfärbung nach Rassen 208.
 — Wurzelfpilz 299.
 — Zirbel- 45, 81.
 Kieferngebiet, nordost-deutsches 105.
 Kiefernkußelwald 106.
 Kiefernzeit 89.
 Kienzopf 265, 299, 300.
 Kieselpflanzen 172.
 Kleinbestände, Begriff 277.
 Kleinbestandswald nach H. Mayr 524.
 Kleinfläche 278.
 Kleinpflanzen 408.
 Kleinpflanzung 409.
 Klemmspaten 412.
 Klima, arides 130.
 — humides 130.
 — auf kleinstem Raum 115.
 — kontinentales 33, 49.
 — ozeanisches 33, 53.
 Klimarassen 204, 215.
 Klimatyp, kontinentaler 33, 49.
 — ozeanischer 33, 49.
 Klimax 6.
 Kohlensäure und Assimilation 157.
 — Bedeutung im allgemeinen 157.
 — im Freien und im Wald 158.
 — -Gehalt der Luft 158.
 — Quellen 158.
 Kombination der Erbfaktoren 198.
 Kommensalismus 4.
 Kompensationspunkt 112, 152.
 Kompostdüngung 421.
 Kopfholzbetrieb 484.
 Kostensätze für die gebräuchlichsten Kulturarbeiten 439.
 Krankheitserscheinungen der Bäume 265.
 Kreuzung 198.
 Kronenabschußverfahren 517.
 Kronenform nach Arten und Rassen 200.
 — und äußere Umstände 203.
 Kronenmischung 281.
 Kronenschichten 260.
 Krümelharke, Hilfsche 374.
 Krümelstruktur 184.
 Krüppelgrenze 39.
 Kulissenkahlschläge 497.
 Kulturarbeiten, Kostensätze 439.
 Kulturballen 418.
 Kulturpflege 435, 437.
 Kusselkiefern 219.
 Lagerholz im Urwald 97.
 Längenwachstum, Einfluß der Witterung auf 253.
 — jährlicher Verlauf 251.
 Lärche, Bestand 312.
 — japanische 347.
 — Krebs 312.
 — Miniermotte 312.
 — Mischung mit Kiefer 354.
 — natürliches Verbreitungsgebiet 79.
 — Provenienzversuche 212.
 Lärchenrätsel 313.
 Laricetum 35.
Larix europaea 79, 212, 312, 354.
 — *leptolepis* 347.
 — *sibirica* 44.
 Laßreiser 486.
 Laubabwurf im sommergrünen Laubwald 24.
 — im wintergrünen Laubwald 28.
 Laubholzgebiet, süddeutsches 109.
 Laubholz, Verdrängung durch Nadelholz 100.
 Laubverwehung 163.
 Laubwald, immergrüner 17.
 — periodisch grüner 24.
 — sommergrüner 24.
 — — Klima 27.
 — — Laubabwurf 24.
 — — Vorkommen 27.
 — wintergrüner 28.
 Lauretum 34.
 Läuterungen 446.
 Lebensalter der Waldbäume 264.
 Lehmböden 185.
 Lianen 20.
 Licht und Assimilation 151.
 Lichtbedürfnis der Holzarten 142.
 Lichtblätter, Struktur 149.
 Licht und Blattstellung 140.
 — formbestimmende Wirkung 139.
 Lichtgenuß der Pflanzen 140.
 — Messung 142.
 — Minimum der Holzarten 142.
 Lichthabitus 147.
 Lichtholzarten 143.
 Licht im Innern des Waldes 154.
 Lichtquellen (Sonnen- und diffuses Licht) 139.
 Lichtungsbetrieb, Allgemeines 515, 520.
 — Borgmannscher 524.
 — Burckhardtscher 522.
 — Urichscher 523.
 — Voglscher 524.
 — Wagenerscher 523.
 Lichtung, Definition 464.
 Lichtungshieb 394, 464.
 Lichtungszuwachs 153, 394, 464, 516, 523.
 Licht, Wirkung im allgemeinen 138.
 — verschiedene Zusammen- setzung 141.
 — und Zuwachs 152.
 Linde 84.
 Lindwurm (Kulturgerät) 385.
 Linien, reine 197.

- Löcherhieb, Mortzfeldscher 512.
 Lohden 408.
 Lohnpflanzenzucht 407.
 Lokalrassen 216.
Lophodermium pinastri 245, 265, 298.
 Lorbeerwälder, allgemeines 17, 22.
 — Klima 24.
 — Vorkommen 24.
 Lückenbetrieb, Wiebeckescher 514.
 Lückenhiebe, sog. kleine 137.
 — nach Wiebecke 547.
 Luftfeuchtigkeit, absolute und relative 130.
 — im Walde 132.
 Lufttemperatur in Wald und Freiland 123.
- Macchien** 9.
 Mannbarkeitsalter 228.
 Massenzuwachs nach Lebensalter 259.
 Mast, Fehl- 233.
 — Halb- 233.
 — Spreng- 233.
 — Voll- 233.
 Mennigen des Saatgutes 425.
 Mesophyten 126.
 Mikrofauna im Boden 192.
 Mikroflora im Boden 192.
 Mikroklima 115, 119, 121.
 Mineralstoffzug durch den Wald 186.
 Mineralstoffgehalt der Bäume 174.
 Mischbestände aus:
 Buche × Hainbuche 352.
 Eiche × Buche 359.
 Eiche × Edelhölzer 363.
 Eiche × Fichte 363.
 Fichte × Buche 350.
 Fichte × Tanne 349.
 Fichte × Tanne × Buche 351.
 Kiefer × Birke 354.
 Kiefer × Buche 354.
 Kiefer × Eiche 352.
 Kiefer × Fichte 362.
 Kiefer × Lärche 354.
 Tanne × Buche 350.
 Mischbestände, Massenleistung 287.
 — Regeln für 364.
 — Wertleistung 287.
 — Wertung 287.
 Mischholzarten, Allgemeines über 328.
 Mischung, Anfangs- 282.
 — Dauer- 282.
 — End- 282.
 — Form der 281.
- Mischung, gleichwertige 282.
 — Kronen- 282.
 — ungleichwertige 282.
 Mittelruhe 249.
 Mittelwald, allgemeines 96, 485.
 — Hiebsführung 488.
 — Holzarten 487.
 — Umwandlung in Hochwald 490.
 — Würdigung 490.
 Moder 188.
 Modifikationen 196, 202.
 Molkenboden 316.
 Monsunwälder 17, 28.
 Mull 188.
 Mutationen 198, 223.
 Mutterbaum, Alter des und Samengüte 398.
 Mutualismus 4.
 Mykorrhiza 176.
Myrica gale 10.
- Nachbesamung 393.
 Nachbesserung 435.
 Nachhieb 391.
 Nachlaufen des Samens 240.
 Nachlichtung 391.
 Nachreife 239.
 Nachruhe 249.
 Nadelform, immergrüne 30.
 Nadelwälder, allgemein 18.
 Nadelwald, immergrüner 29.
 — Klima 32.
 — Vorkommen 32.
 Naturverjüngung im Dauerwald 546.
 — unter Schirm 389.
 — durch Seitenbesamung 395.
 — Voraussetzungen 388.
 Nebennutzungen 98.
 Niederdurchforstung 452.
 Niederschläge, Minimum für den Wald 127.
 — Verteilung der in Deutschland 127.
 — im Walde 131.
 Niederungsmoor 13.
 Niederwald, Akazien- 481.
 — Allgemeines 96, 475.
 — Brennholz- 476.
 — Edelkastanien- 482.
 — Eichen- 477.
 — Erlen- 480.
 — Umwandlung in Hochwald 490.
 — Weidenheger- 478.
 — Wertung als Betriebsform 485.
 Niederwaldbetrieb mit landw. Zwischennutzung 483.
 Nitratpflanzen 172.
 Notreife 239.
- Oberholz im Mittelwald 486.
 Optimum nach H. Mayr 52.
 Ortstein und Orterde 189.
- Palmetum** 34.
 Parasitismus 4.
 Park 3.
 Parkplenterwald 540.
 Parkwaldungen 9.
 Pechkiefer 346.
Peridermium pini 265, 299, 300.
 — *strobi* 344.
 Periodizität des Wachstums 249.
 Pfahlwurzler 201.
 Pflanzbretter 424.
 Pflanzseisen, Buttlersches 412.
 Pflanzenerziehung 422.
 Pflanzenhalter, Kranoldscher 415.
 Pflanzenladen 408.
 Pflanzenmengen 410.
 Pflanzenprozent 242.
 Pflanzgut, Alter und Größe 408.
 — Beschaffung 407.
 — Beurteilung 407.
 Pflanzholz, Hollwegesches 412.
 — Spitzenbergsches 412.
 Pflanzstärken, gebräuchlichste 409.
 Pflanzstichel, Henningscher 415.
 Pflanztiefe 416.
 Pflanzung, Ballen- 418.
 — Büschel- 412.
 — Handspalt- 412.
 — Hügel- nach v. Mantuffel 417.
 — Klapp- nach v. Alemann 417.
 — Klemmspalt- 412.
 — Klumps- 418.
 — Loch- 414.
 — Nachteile und Vorteile 444.
 — Spalt- 412.
 Pflanzverband, Dreiecks- 410.
 — Quadrat- 410.
 — Rechtecks- 410.
 — Reihen- 410.
 Pflanzverbandweite 410.
 Pflanzverbände, gebräuchlichste 411.
 Pflanzwald oder Hutewald 526.
 Pflanzweite 410.
 Pflanzzeit 409.
 Pflüge 377.
 Phänologie 117.
 Phänotyp 196.
 Photometer 142.
Picea ajanensis 44.
 — *alba* 44.

- Picea excelsa* 38, 44, 58, 104, 108, 172, 211, 302, 349, 350, 351, 362, 363.
 — *obovata* 44, 58.
 — *sitchensis* 44, 345.
 Picetum 35, 37.
Pinus banksiana 346.
 — *cembra* 45, 81.
 — *laricio* 347.
 — *leucodermis* 45.
 — *montana* 38, 45.
 — — *pumilio* 39, 42, 81.
 — — *uliginosa* 81.
 — — *uncinata* 81.
 — *rigida* 346.
 — *silvestris* s. auch Kiefer 44, 53, 104, 105, 106, 173, 205 ff., 221, 224, 293, 296, 352, 354, 362, 546.
 — *strobus* 344.
 Pionierbestand 97.
 Plattenkiefer 221.
 Plenterdurchforstung, Borggrevesche 456, 458, 524.
 Plenterwald, Allgemeines 537.
 — Bewertung 542.
 — Park- 540.
 — qualifizierter 540.
 — Schutz- 539.
 Podsolierung 189.
 Polaretum 35.
 Pollenanalyse 88.
 Pollenflug 230.
 Population 197.
Populus alba 334.
 — *canadensis* 348, 483.
 — *nigra* 334, 483.
 — *tremula* 82, 334.
 Provenienzfrage 204.
 Provenienzversuche 205.
Prunus serotina 349.
Pseudotsuga Douglasii 340, 393.
 Punktsaat 400.
 Pyramidenschnitt 416.
Quercus pedunculata, vgl. bei Eiche, bzw. Stieleiche 74, 213, 319.
 — *rubra* 347.
 — *sessiliflora*, vgl. bei Eiche, bzw. Traubeneiche 74, 319, 352, 359.
 Rabattenkultur 418.
 Rabattierung 435.
 Rajolen 376.
 Rändelungshiebe 506.
 Raschwüchsigkeit 247.
 Rassen 196.
 Rassenbezirke bei der Kiefer 224.
 Räumungshieb 394.
 Rechen 73.
 Regenfaktor 130.
 Regenwälder, tropische und subtropische 17, 18.
 Regenwald, tropischer, Verbreitung 22.
 Reinbestände 281.
 Reisigbesteckung 430.
 Reisigdeckung 472.
 Reisigpackung 473.
 Reizwirkungen 240.
 Renkformen 217.
 Resonanzholz 41.
 Reutberge 483.
 Rillensaart 422.
 Rillenzieher 422.
 Rindenbrand, allgemein 115.
 — bei Überhalt 516.
 Rippenanhiebe nach Kautz 536.
Robinia pseudacacia 336, 433, 481.
 Röderwaldbetrieb 525.
 Rodungsperioden, geschichtliche 94.
 Rohhumus, Allgemeines 188.
 Rohhumusbildung 106, 107.
 Rohhumusmehrer und Rohhumuszehrer 192.
 Rollegge, Dänische 379.
 Rollhacke 374.
 Rotbuche, s. Buche und *Fagus sylvatica* 38, 71, 104, 107, 172, 314, 350, 352, 354, 359.
 Roteiche 347.
 Roterle, Allgemeines 83.
 — Bestandeseentwicklung 327.
 — Bestandestypen 325.
 Rotfäule 107.
 Rückeschäden 392.
 Rüsselkäferschäden an Jungpflanzen 245.
 Saatbretter 422.
 Saatfläche 400.
 Saatgutenerkennung 223, 225.
 Saatgut, Beizen 402.
 — Beschaffung 396.
 — Gebrauchswert 398.
 — Menningen 402.
 — Prüfung des 396.
 — Verkaufsmaß 399.
 — Vorbehandlung 402.
 Saat Hand- 403.
 — Leiter- 401.
 — Linien- 401.
 — Maschinen- 404.
 — Menge 406.
 — Nachteile der 444.
 — Platten- 401.
 — Plätze- 401.
 — Punkt- 400.
 — Riefen- 401.
 — Rillen- 401, 422.
 — Streifen- 401.
 Saat, Verdünnung 438.
 — Voll- 400.
 — Vorteile der 444.
 — Zapfen- 406.
 — -Zeit 401.
 Säbelwuchs 164, 202.
 Saftzieher 484.
 Sähorn 403.
 Sämaschinen, Planet 404.
 — Spitzenbergsche 405.
 — Titzsche 405.
 — Walddank 405.
 Samen, Auflaufen 240.
 — Bedeckungstiefe 399, 400.
 — -Deckwalze, Spitzenbergsche 403.
 — -Ertrag der einzelnen Bäume 234.
 — -Ertrag, Größe 232.
 — — Häufigkeit 232.
 — -Güte und Alter des Mutterbaumes 398.
 — Nachlaufen 240.
 — Reifezustände 239.
 — Ruhen im Boden 156.
 — -Schlag 390.
 — Überliegen 239.
 — Verbreitung durch 236.
 Sandbirke 82, 329.
 Sanddeckverfahren 371.
 Saprophytismus 4.
 Sättigungsdefizit 130.
 Saum, Allgemeines 279.
 — des Blendersaumschlages 529.
 — -Femelschlag 509.
 Savannenwälder 8, 29.
 Schachbrettschläge 496.
 Schattenblätter, Struktur 149.
 Schattendruck 287.
 Schattenfestigkeit 146. —
 Schattenhabitus 147.
 Schattenholzarten 143.
 Schattenwirkung 144.
 Schichtenbildung im Bestande 260.
 Schichtenbildung im Walde 3.
 Schirmkeilschlag, Eberhard-scher 532.
 Schirmstellung, „kleine“ 506.
 Schlagholz im Mittelwald 486.
 Schlagreihe des Blendersaumschlages 527.
 Schlagruhe 496, 498.
 Schlagunkräuter 156.
 Schlinggewächse 20.
 Schlußgrad 280.
 Schlußstand 2.
 Schmalstreifen 279.
 Schmoren 483.
 Schneeanhang an der Waldgrenze 42.
 Schneedecke im Walde 132.
 Schnellwuchsbetrieb 461.

- Schneidelbetrieb 484.
 Schnittprobe 397.
 Schuffel, Halstenbeker 376.
 Schuppenkiefer 221.
 Schütte 245, 265, 298.
 Schütteempfindlichkeit nach Rassen 208.
 Schutzholz 282.
 Schutzwald 41.
 Schwarzerle 83, 325, 480.
 Schwarzpappel 334, 483.
 Setzstangen 236, 409.
 Silberpappel 334.
 Sitkafichte 345.
 Sommerlinde 84, 333.
 Sommerwälder 17, 24.
 Sonnenscheindauer in Deutschland 139.
 Spaten 376.
 Spätfrost 115.
 Spätholz 254.
 Spatsande 185.
 Spessarter Kompositionswirtschaft 510.
 Sphagneen 12.
 Spiralbohrer, v. Biermannscher 415.
 Spitzhorn 85, 332.
 Spitzfichten 217.
 Springschläge 496.
 Stammanalysen 254.
 Stammausscheidung 246, 260.
 Stammbildung nach Arten und Rassen 200.
 Stammklassen, Kraftsche 447.
 — natürliche 448.
 — der Versuchsanstalten 452.
 — wirtschaftliche 448.
 Stammsukkulenz 29.
 Stammzahlen im Wirtschaftswald 260.
 Stammzahltafeln, Köhlersche 451.
 Stand, gedeckter und ungedeckter 278.
 Standortsrasen 216.
 Stangenholz, Begriff 245.
 Starkheister 408.
 Starklöden 408.
 Stecklinge 236, 409.
 Steinlärche 79.
 Steppe 7.
 Steppenwald 8.
 Stickstoff im Humus 176.
 Stieleiche, klimatische Bedingungen 77, 78.
 — Maximum und Optimum 77.
 — natürliches Verbreitungsgebiet 74.
 — Vorkommen auf Bodenarten 79.
 Stieleisen, Wartenbergsches 412, 414.
 Strandgräser, Bepflanzung mit 430.
 Strauchformationen 8.
 Streifen 278.
 Streifenschirmschlag, Kautzscher 535, 536.
 Stufenschluß 280.
 Stummelpflanzung 409, 469.
 Sturmbeschädigungen an der Waldgrenze 42.
 Sudetenlärche 80.
 Sukzession 6.
 Süntelbuche 223.
 Süßgrasflora 315.
 Synökologie 4.
 Talsandgebiete 185.
 Tanne, Bestandesentwicklung 309.
 — Bestandestypen 309.
 — klimatische Bedingungen 69.
 — Hauptverbreitungsgebiet in Deutschland 105.
 — Hexenbesen 311.
 — Maximum und Optimum 69.
 — natürliches Verbreitungsgebiet 66.
 — Provenienzversuche 212.
 — -Sterben 311.
 — Vorkommen auf Bodenarten 71.
Taxus baccata 81.
 Teakholz 28.
Tectona grandis 28.
 Tetratherme 113.
 Tiefkultur 428.
 Tieflandskiefer 224.
Tilia grandifolia 84, 333.
 — *parvifolia* 84, 333.
 Tonnenstämme 29.
 Traubeneiche, s. auch Eiche
 — klimatische Bedingungen 77, 78.
 — Maximum und Optimum 77.
 — natürliches Verbreitungsgebiet 74.
 — Vorkommen auf Bodenarten 79.
 Treibholz 282.
 Treppenschluß 280.
 Trockenperioden 127.
 Trockenschuppenwirkung des gleichstufigen Bestandes 287.
 Trockentorf 188.
 Trupp 279.
 Tundra 7, 89.
 Tundrenflora 88.
 Überhalt, Allgemeines 515.
 Überhaltbetriebe, Allgemeines 515.
 Überhalt, horstweiser 519.
 — Rindenbrand bei 516.
 — Wasserreiser bei 516.
 — Windgefahr bei 516.
 — Zopftrocknis bei 517.
 Überlandbrennen 483.
 Überliegen des Samens 230.
Ulmus campestris 85, 333.
 — *effusa* 85, 333.
 — *montana* 85, 333.
 Ulmensterben 333.
 Umgraben 376.
 Umlaufzeit im Plenterwald 539.
 Unsäumungshiebe 506.
 Umstülpfverfahren 370.
 Unterarten 196.
 Unterbau, Allgemeines, Zweck des 467, 468.
 — Zeit des 469.
 Unterholz im Mittelwald 486.
 Urwald, Bestandesformen 283.
 — unberührter 97.
 Variabilität 197.
 Varietäten 196.
 Vegetationsbeginn 249.
 Vegetationslinien 52.
 Vegetationstherme 113.
 Vegetationstypen 1.
 Vegetationstyp, Veränderung durch Wärme 37.
 Vegetationszeit 117, 249.
 — Länge der 118.
 Veranlagung, innere der einzelnen Holzarten 199.
 Verbiß 245.
 Verbreitung durch Samen 236.
 Verbreitungsgebiet, natürliches, Allgemeines 50ff.
 — — der Ahornarten 85.
 — — der Arve 81.
 — — der Bergkiefer 81.
 — — der Birken 82.
 — — der Buche 71.
 — — der Eibe 81.
 — — der Erlen 83.
 — — der Esche 85.
 — — der Fichte 58.
 — — der Hainbuche 84.
 — — der Kiefer 53.
 — — der Lärche 79.
 — — der Linden 84.
 — — der Pappel 82.
 — — der Stieleiche 74.
 — — der Traubeneiche 74.
 — — der Ulmen 85.
 — — der Weiden 82.
 — — der Weißtanne 66.
 — — der Wildobstbäume 86.
 — — der Zirbelkiefer 81.
 Verbreitungszonen nach Mayr 52.

- Verdämmung 368.
 Verdünnung zu dichter Jungwüchse 438.
 Verdunstung, Allgemeines 129.
 — im Walde 132.
 Vererbung, individuelle (s. auch Erblichkeit) 221.
 Verfilzung der Bodendecke 368.
 Verjüngungsart, Frage der 366.
 Verjüngung, künstliche, Vor- und Nachteile 440.
 — natürliche, Vor- und Nachteile 440.
 Verjüngungsverfahren, Bewertung 440.
 Verjüngungswirtschaft 365.
 Verjüngungszeitraum 394.
 Vermehrung, sexuelle 235.
 — vegetative 235.
 Vermoorung 44.
 Verschulen 423.
 Verschulspaten 424.
 Verschulverband 424.
 Versumpfung an der Waldgrenze 44.
 Versumpfungsfahr des Waldes 14.
 Vielsaumbetrieb 533.
 — Biesenthaler nach Busse 534.
 Vielstufigkeit 280.
 Vogelfraß an jungen Keimlingen 245.
 Vollmastjahre 234.
 Vollaast 400.
 Vollumbruchverfahren, von Keudell 372, 384, 549.
 Vollreife 239.
 Voranbau 432.
 Vorratswirtschaft 365.
 Vorbereitungshiebe 389.
 Vordüne 431.
 Vorholz 330.
 Vorwüchse, Behandlung der 438.
 — Musterung der 391.
 Wacholder 81.
 Waldaufbau, Änderungen in der geschichtlichen Zeit 95.
 Waldbau, Literatur 276.
 — Ziel und Wesen 267.
 Waldbäume, Lebensalter der 264.
 Waldbestandsgrenze 39.
 Waldboden, Architektur, nach Burger 193.
 Wald, Bodenfeuchtigkeit im 133.
 — Bodenklima des 123.
 Waldbodentemperatur 122.
 Wald, Entwicklungs-
 geschichte 86.
 Waldfeldbau 525.
 Wald, Feuchtigkeitsgrenze 7.
 Waldfläche, Änderungen in der geschichtlichen Zeit 92.
 — prozentuale der europäischen Länder 102.
 Waldformen, Beeinflussung durch Wärme 33.
 — Einteilung, allgemeine 16.
 — nach Höhenstufen 35.
 — Einteilung nach Mayr 33.
 Waldgebiete, Einteilung Deutschlands in 105.
 Waldgeschichte, postglaciale 89.
 Waldgrenze, alpine 38, 46.
 — Eisanhang 42.
 — Holzarten an der 44.
 — nördliche, Verlauf 45.
 — polare 38.
 — Schneeanhang 42.
 — Sturmbeschädigungen 42.
 — Veränderung 49.
 Wald, Humusbildung im 188.
 Waldigel, Neumann-Hilf-
 scher 381, 382.
 Waldinnenklima 122.
 Waldinnenlicht 155.
 Wald, Kalamitäten im 265.
 — Kohlensäure im 158.
 — Lebensgemeinschaft des 3.
 — Licht im Innern des 155.
 — Luftfeuchtigkeit im 132.
 — Niederschläge im 131.
 — Neubildung 6.
 — als Organismus 5.
 Waldpflug, Eckertscher 377.
 Waldregionen 35.
 Waldreicher 517.
 Wald, Schichtenbildung im 3.
 — als Schlußformation 6.
 — Schneedecke im 132.
 Waldsteppe 8.
 Waldtypen 288.
 Wald, Verbreitung des auf der Erde 6.
 — Verdunstung im 132.
 — Verteilung des in Deutschland 103.
 Versumpfungsfahr 14.
 — Wärmegrenze 7.
 — Wesen und Begriff 1.
 Waldzonen, Hauptformen und Übersicht 33.
 Walzenforstpflug, Stehle-
 Neumannscher 378.
 Wanderungsvermögen der Holzarten 237.
 Wasser, allgemeine Bedeutung 125.
 — Bedürfnis der Holzarten 135.
 — im Boden 128.
 Wasserresche 219.
 Wasserfaktor, Einfluß der Wirtschaft auf 137.
 Wasserreiser bei Überhalt 516.
 Wasserverbrauch der Holzarten 135.
 Wassis-Handpflug 376.
 Wärme, Bedürfnis der Holzarten 124.
 — Boden- 118.
 — Einfluß auf Waldformen 33.
 — Extreme 115.
 Wärmegrenze des Waldes 7.
 Wärmeverhältnisse in Deutschland 116.
 Wärmewirkung, Allgemeines 111.
 — Versuche zur Berechnung 112.
 Wechselschläge 496.
 Weiden 82.
 Weidenhegerbetrieb 478.
 Weißerle 83, 335, 433.
 Weimutskiefer 344.
 — Blasenrost 344.
 Weißtanne, Bestandesentwicklung 309.
 — Bestandstypen 309.
 — klimatische Bedingungen 69.
 — Hauptverbreitungsgebiet in Deutschland 105.
 — Hexenbesen 311.
 — Maximum und Optimum 69.
 — natürliches Verbreitungsgebiet 66.
 — Provenienzversuche 212.
 Weißtannensterben 311.
 Weißtanne, Vorkommen auf Bodenarten 71.
 Welken der Blätter 126.
 Wetterbäume 40.
 Wildlingsballen 418.
 Wildlingspflanzung 418.
 Wind, Austrocknung des Bodens 163.
 Windbestäuber 229.
 Wind, Einfluß auf Baum- und Schaftform 163.
 — Einfluß auf Vollholzigkeit 164.
 — Einfluß des Waldes auf 166.
 — und Exzentrizität 164.
 Windgefahr bei Überhalt 516.
 Windhäufigkeit 165.
 Windkulissen 168.
 Windmantel 138, 167.
 Wind, pathologische Wirkung 161.
 — physiologische Wirkung 161.

- | | | |
|---|---|---|
| <p>Windruhe im Bestande 287.
— am Boden 167.
Wind, scherende Wirkung 162.
Windschutz, wirtschaftliche Maßregeln 167.
Windstärke 165.
Wind, Verteilung in Deutschland 165.
Winterfeuchtigkeit 129.
Winterlinde 84, 333.
Winterverfärbung, sog. bei Kiefer (Karenzerscheinung) 173.
— bei Kiefer nach Rassen 208.
Winterwälder 17.
Wirtschaftsregeln 269.</p> | <p>Wuchsklassen, natürliche 245.
Wühlgeräte, fahrbare von Spitzenberg 381.
Wühlgrubber 380.
Wühllockerung 371.
Wühlrechen 374.
Wühlschnecke, Jahnsche 385.
Wühlspaten von Spitzenberg 376.
Wurzelbildung und äußere Umstände 203.
Wurzelbrut 236.
Wurzelfäule 107.
Wurzelkonkurrenz 144, 287, 497.
Wurzelschnitt 416.
Wurzelwachstum 256.</p> | <p>Xerophyllie 23.
Xerophyten 126.

Zangenbohrer, Splettstößerischer 415.
Ziehhacke, Spitzbergische 376.
Zirbelkiefer, natürliches Verbreitungsgebiet 81.
Zitterpappel 82, 334.
Zopftrocknis als Alterserscheinung 264.
— bei Überhalt 517.
Zukunftsstamm 449.
Zuwachswirtschaft 365.
Zweistufigkeit des Bestandes 279.</p> |
|---|---|---|
-

Der Waldbau. Vorlesungen für Hochschul-Studenten von Dr. phil. **Alfred Möller** †, weiland Professor der Botanik, Oberforstmeister und Direktor der Forstakademie Eberswalde.

Band I: **Naturwissenschaftliche Grundlagen des Waldbaues.** Nach dem Tode Alfred Möllers bearbeitet und herausgegeben von Helene Möller geb. Soenke, und Dr. phil. Erhard Hausendorf, Preuß. Oberförster in Grimnitz, Uckermark. Mit einem Bildnis, 6 farbigen und 15 schwarzen Tafeln sowie 60 Textabbildungen. XIV, 560 Seiten. 1929. Gebunden RM 42.—

Band II: **Angewandter Waldbau.** In Vorbereitung.

Deutsche Waldwirtschaft. Ein Rückblick und Ausblick von Dr. phil. **Erhard Hausendorf**, Preuß. Oberförster in Grimnitz, Uckermark. Mit physiologischen Untersuchungen von Dr. agr. Georg Görz, Diplolandwirt an der Preußischen Geologischen Landesanstalt, und Dr. phil. Wilh. Benade, Chemiker an der Bodenkundlichen Abteilung der Preußischen Geologischen Landesanstalt. Mit 9 Abbildungen und einer farbigen Tafel. VIII, 90 Seiten. 1927. RM 4.80

Der Dauerwaldgedanke. Sein Sinn und seine Bedeutung. Von Dr. Dr. phil. **Alfred Möller** †, weiland Professor der Botanik, Oberforstmeister und Direktor der Forstakademie Eberswalde. II, 84 Seiten. 1922. RM 1.60

Der Dauerwald. Von **Philipp Sieber**, Fürstlich reußischer Forstmeister. XI, 110 Seiten. 1928. RM 4.20

Die Kohlenstoffernährung des Waldes. Von Dr. phil. **Th. Meinecke** d. J., Doktor der Forstwissenschaft, Diplomforstwirt. Mit 22 Textabbildungen und 26 Tabellen. VII, 176 Seiten. 1927. Gebunden RM 7.80

Edelrassen des Waldes. Ein Wegweiser zur Zuchtwahl für Forstmänner und Jäger. Ein Führer zur Walderkenntnis für Naturfreunde. Von **Walter Seitz**, Preuß. Forstmeister, Havelberg. Mit 98 Abbildungen auf 51 Tafeln. IV, 64 Seiten. 1927. Gebunden RM 14.—

Anatomische und mykologische Untersuchungen über die Zersetzung und Konservierung des Rotbuchenholzes. Von Dr. **Joh. Tuszon**, Priv.-Doz. am Polytechnikum in Budapest. Mit 17 Textfiguren und 3 farbigen Tafeln. VIII, 90 Seiten. 1905. RM 5.—

Die Pflanzenzucht im Walde. Ein Handbuch für Forstwirte, Waldbesitzer und Studierende. Von Dr. **Hermann v. Fürst**, bayr. Oberforstrat, Direktor der Forstlehranstalt Aschaffenburg. Vierte, vermehrte und verbesserte Auflage. Mit 66 in den Text gedruckten Holzschnitten. XII, 383 Seiten. 1907. RM 7.—

Die Aufforstung landwirtschaftlich minderwertigen Bodens. Eine Untersuchung über die Zweckmäßigkeit der Aufforstung minderwertig oder ungünstig gelegener landwirtschaftlich benutzter Flächen mit besonderer Berücksichtigung des Kleinbesitzes. Vom Sächs. Ministerium des Innern preisgekrönte Arbeit. Von Dr. **K. J. Moeller**, Forstassessor in Schandau. IV, 102 Seiten. 1908. RM 2.80

Die Waldbautechnik im Spessart. Eine historisch-kritische Untersuchung ihrer Epochen. Von Dr. rer. pol. et phil. **K. Vanselow**, ordentl. Professor an der Universität Gießen. Mit 11 Textabbildungen und 4 Tafeln. IV, 234 Seiten. 1926. RM 15.—

Handbuch der Forstpolitik mit besonderer Berücksichtigung der Gesetzgebung und Statistik. Von Dr. **Max Endres**, o. ö. Professor an der Universität München. Zweite, neubearbeitete Auflage. XVI, 906 Seiten. 1922. Gebunden RM 25.—

Lehrbuch der Waldwertrechnung und Forststatik. Von Dr. **Max Endres**, o. ö. Professor an der Universität München. Vierte, verbesserte Auflage. Mit 7 Abbildungen. XIV, 326 Seiten. 1923. Gebunden RM 12.—

Die Forsteinrichtung. Von Geh. Forstrat Dr. **H. Martin**, Professor der Forstwissenschaft i. R. Vierte, umgearbeitete und erweiterte Auflage. Mit 5 Textabbildungen und 11 Tafeln. X, 286 Seiten. 1926. Gebunden RM 18.—

Die forstliche Statik. Ein Handbuch für leitende und ausführende Forstwirte sowie zum Studium und Unterricht. Von Geh. Forstrat Dr. **H. Martin**, Professor der Forstwissenschaft i. R. Zweite Auflage. Mit 8 Textabbildungen. XV, 486 Seiten. 1918. RM 16.—

Die Forstwirtschaft. Von **W. Schultz**, Landforstmeister a. D. (Handbuch der Gesetzgebung in Preußen und dem Deutschen Reiche, Teil XIV, Band II.) XII, 428 Seiten. 1903. Gebunden RM 7.—

Die Berechnung des Waldkapitals und ihr Einfluß auf die Forstwirtschaft in Theorie und Praxis. Von Dr. **Theodor Glaser**, bayr. Forstamtsassessor, Bayreuth. Mit 2 Textfiguren. VII, 131 Seiten. 1912. RM 5.—

Durchforstungs- und Lichtungstafeln. Nach den Normalertragslisten der Deutschen Versuchsanstalten bearbeitet von Dr. **Hemann**. 35 Seiten. 1913. RM 2.60

Vervollkommnungen in der Gewinnung von Nadelholzsamen. Von **Kuno von Pentz**, Geheimer Baurat. (Sonderabdruck aus der Zeitschrift für Forst- und Jagdwesen.) Mit 4 Abbildungen. 31 Seiten. 1926. RM 1.50
Von 25 Exemplaren an je RM 1.10; von 50 Exemplaren an je RM 1.—

Zeitschrift für Forst- und Jagdwesen. Zugleich Organ für forstliches Versuchswesen. Begründet von **Bernhard Danckelmann**. Herausgegeben unter Mitarbeit der Professoren der Forstlichen Hochschulen zu Eberswalde und Hann.-Münden, sowie nach amtlichen Mitteilungen von Professor Dr. **A. Dengler** an der Forstlichen Hochschule zu Eberswalde. Erscheint monatlich im Umfang von etwa 72 Seiten. Preis vierteljährlich RM 6.—; Einzelheft RM 2.50