

Der Flachs als Faser- und Ölpflanze

unter Mitarbeit von

Prof. Dr. G. Bredemann

Direktor des Instituts für angew. Botanik
an der Universität Hamburg

Prof. Dr. K. Opitz

Direktor des Instituts für Acker- u. Pflanzenbau
an der Landwirtsch. Hochschule Berlin

Prof. J. J. Rjaboff

Flachsversuchsstation der Landw. Akademie
Timirjaseff in Moskau

Dr. E. Schilling

Abteilungs-Vorsteher am Forschungsinstitut
für Bastfasern in Sorau N.-L.

herausgegeben von

Professor Dr. Fr. Tobler

Direktor des Botanischen Instituts der Techn. Hochschule
und des Staatl. Botanischen Gartens Dresden

Mit 71 Abbildungen im Text



Berlin
Verlag von Julius Springer
1928

ISBN 978-3-642-50559-1 ISBN 978-3-642-50869-1 (eBook)
DOI 10.1007/978-3-642-50869-1

Alle Rechte, insbesondere das der Übersetzung
in fremde Sprachen, vorbehalten.

Copyright 1928 by Julius Springer in Berlin.
Softcover reprint of the hardcover 1st edition 1928

Vorwort.

Das vorliegende Buch soll einen Umriß dessen geben, was wissenschaftlich über den Flachs gefunden wurde, soll aber zugleich auch denen, die wirtschaftlich mit dieser alten Kulturpflanze umgehen, einen für sie förderlichen Einblick in die wissenschaftlichen Grundlagen gewähren und so die begrüßenswerte Verschwisterung von Praxis und Wissenschaft bezeugen und ausbauen. Um dieses doppelten Zweckes willen mußte die Darstellung der wissenschaftlichen Tatsachen sich in gewissen äußeren Grenzen halten, doch gelang es durch Literaturhinweise auch für die weitere Arbeit alle denkbare Hilfe zu bieten. In der Darstellung des für die Praxis Nützlichen lag — auch entsprechend den eignen Arbeitsgebieten der Verfasser — eine Grenze dort, wo die reine Technik, also die Verarbeitung der Faser, einsetzt. Darin liegt ein Ausdruck dafür, daß der Gegenstand Flachs in unserer Zeit die neuartige und wesentliche Förderung auf den hier hereingezogenen Gebieten gefunden hat, damit aber natürlich auch Fortschritte auf den höheren Verarbeitungsstufen zeitigte. Das ist im Grund der gleiche Gedanke, den mir Gelegenheit gegeben war, in der Organisation und mehrjährigen Leitung des Sorauer Forschungsinstituts zum Ausdruck zu bringen. Dort entstand in mir bereits 1923 der Plan einer zusammenfassenden Darstellung des wissenschaftlich-praktischen Wissens um den Flachs, und von dort aus sind noch wichtige Forschungsergebnisse für das Buch gekommen. So sehr die überschauende Behandlung reizen konnte, so wenig konnte ich selbst die gesamte Bearbeitung, auch aus meinen Arbeiten ferner liegendem Gebiet, übernehmen, es fanden sich aber Mitarbeiter, denen ich zu großem Danke verpflichtet bin und die größtenteils selbst erarbeitetes und auch noch unveröffentlichtes Material beisteuerten. Für die Züchtung fand sich Prof. Dr. Bredemann (früher in Landsberg, jetzt in Hamburg) bereit, die praktisch-landwirtschaftliche Seite behandelte Prof. Dr. Opitz (Berlin-Dahlem), und Dr. Schilling vom Forschungsinstitut Sorau schuf in den Abschnitten über Krankheiten und Schädlinge die erste Zusammenfassung dieses Gegenstandes, der aus diesem Grunde und um ihrer Wichtigkeit willen ein weiter Spielraum eröffnet wurde, übernahm außerdem noch die Unkräuter, Leinsamen, Öl und Spreu.

Die Herausgabe des Buches haben durch geldliche Unterstützungen gefördert: der Preußische Minister für Landwirtschaft, Domä-

nen und Forsten, die Deutsche Flachsbaugesellschaft m. b. H. und der Reichsverband der Deutschen Flachs-Röst-Industrie, wofür auch hier gebührend gedankt sei. Auch die Verlagsbuchhandlung Julius Springer hat sich für das Buch in freundlicher Weise bemüht, die Ausstattung gut und zweckmäßig zu gestalten und den Wünschen der Verfasser weit entgegen zu kommen.

So wird es möglich, das Buch in dem Umfange, der ihm als erstem wissenschaftlichen Handbuch des Flachses zukam, mit vielen Bildern, der großen Literaturliste und dem Schlagwortverzeichnis, die ich im Interesse der verschiedenartigen Benutzer für nötig erachtete, dem praktisch am Flachs Tätigen, dem Anbauer wie dem Verarbeiter, als Berater in die Hand zu geben. Die Literaturliste schließt im wesentlichen mit der Mitte des Jahres 1927 ab, nur in einzelnen Fällen ist Späteres noch herangezogen und genannt. Ich glaube, daß diese Literaturliste, als erste wissenschaftliche Arbeit auf diesem Gebiete, besondere Beachtung verdient, und daß gerade auch sie geeignet sein wird, die auf dem Flachsgebiet von uns gefundene und geförderte Nutzung der Wissenschaft durch die Praxis und Befruchtung der gelehrten Forschung aus der Industrie zu beweisen. In diesem Sinne sei es gestattet, das Buch zugleich als eine Gabe der Wissenschaft an den Verband Deutscher Leinenindustrieller zur Feier seines fünfzigjährigen Bestehens (Dezember 1927) zu bezeichnen!

Dresden, 6. November 1927.

Friedrich Tobler.

Inhaltsverzeichnis.

Seite

I. Die Flachspflanze.

Erstes Kapitel. Gestalt und Vorkommen der Flachspflanze. (F. Tobler)	1
Zweites Kapitel. Innerer Bau der Flachspflanze. (F. Tobler)	18
A. Allgemeines über die Bedeutung der Bastfasern im Pflanzenkörper und besonders in der Flachspflanze.	18
B. Die einzelne Faserzelle	29
C. Länge und Festigkeit der Flachsfaser	32
D. Wachstum und Bau der Flachspflanze in ihren Beziehungen	34
E. Gestalt und Bau im Hinblick auf die Züchtung	37

II. Der Flachs in der Landwirtschaft.

Drittes Kapitel. Die Züchtung des Flachses. (G. Bredemann)	39
Über die Technik der Flachszüchtung	42
Der gegenwärtige Stand der Flachszüchtung	53
Viertes Kapitel. Zur Geschichte des Flachsbaues. (F. Tobler)	71
Fünftes Kapitel. Anbaugebiete. (F. Tobler)	73
Sechstes Kapitel. Der Anbau des Flachses. (K. Opitz)	78
A. Klima und Boden	78
B. Bodenbearbeitung	82
C. Die Fruchtfolge	85
D. Die Düngung	89
E. Das Saatgut	93
F. Der Saatbau	97
G. Die Saatstärke	99
Siebentes Kapitel. Krankheiten und Beschädigungen des Flachses. (E. Schilling)	106
A. Allgemeiner Teil	107
1. Art und Größe der Schädigungen	107
2. Bekämpfung der Krankheiten	110
B. Besonderer Teil	114
1. Nichtparasitäre Krankheiten	114
2. Parasitäre Krankheiten	141
Achtes Kapitel. Unkräuter des Flachses. (E. Schilling)	191
A. Allgemeiner Teil	191
B. Besonderer Teil	194
1. In den Leinsamen vorkommende Unkräuter	194
2. Beschreibung einiger Flachsunkräuter	198

III. Verarbeitung und Verwendung des Ertrages.

Neuntes Kapitel. Die Ernte des Flachsstrohes. (F. Tobler)	202
Zehntes Kapitel. Die Ernte der Früchte. (F. Tobler)	206
Elftes Kapitel. Das Flachsstroh und seine Nutzung. (F. Tobler und J. J. Rjaboff)	207
A. Allgemeines über Stroh und Röste	207

	Seite
B. Röstverfahren	217
C. Chemische Aufschließung	229
D. Brechen und Schwingen des Flachses	321
E. Die Verwertung der Scheben	235
F. Flachsfaser für Papier	236
Zwölftes Kapitel. Der Leinsame und seine Verwendung. (E. Schil- ling)	237
A. Bau und Inhalt des Leinsamens.	237
B. Die Ölleinsaaten	240
C. Das Leinöl	246
D. Leinkuchen und Leinmehl	248
E. Leinsamenschleim	250
F. Leinkapselspreu	252
Zum Schluß (F. Tobler)	251
Literaturverzeichnis	253
Namen- und Sachverzeichnis	269

I. Die Flachspflanze.

(F. Tobler.)

Erstes Kapitel.

Gestalt und Vorkommen der Flachspflanze.

Die Gattung *Linum*¹, zu der der Flachs gehört, enthält etwa 100 verschiedene Arten, die meist in den gemäßigten und subtropischen Gebieten aller Erdteile, besonders im Mittelmeergebiet, nur wenige



Abb. 1. *Linum grandiflorum* Desf. Original.

auf der südlichen Halbkugel vorkommen. Ein bekanntes kleines Unkraut aus der Gattung ist der Purgirlein (*L. catharticum* L.), einjährig, nur 10—20 cm hoch und ohne Nutzwert als Faserpflanze.

¹ Ascherson-Graebner 1914, S. 168. — Hegi, S. 3.

Tobler, Flachs.

Auch die heute kultivierte Flachspflanze (*L. usitatissimum* L.) ist bekanntlich nur einjährig, doch dürfte sie aller Wahrscheinlichkeit nach von mehrjährigen oder ausdauernden Arten abstammen. Deren gibt es tatsächlich in naher Verwandtschaft des Flachses eine ganze Reihe, manche von ihnen können geradezu als Halbsträucher bezeichnet werden. Sie weichen auch von der Flachspflanze selbst durch andere



Abb. 2. *Linum perenne* L. (n. Hegi¹).

Eigenschaften (Größe und Farbe der Blüte, Größe von Frucht und Samen) nicht unerheblich ab. Bekanntter von ihnen als manche andere ist der bisweilen in Gärten gezogene großblütige Flachs (*L. grandiflorum* Desf.), der in Algier heimisch, bei uns in Gärten gezogen wird, wo er durch seine großen roten Blüten auffällt (Abb. 1). Gleichfalls ausdauernd ist der Meerstrandslein (*L. maritimum* L.), ein gelbblühender kleiner Strauch am Meeresufer von Frankreich und dem Mittelmeer, der angeblich, wenigstens früher, in Südeuropa auch angebaut worden ist. Ihm in manchen ähnlich, aber blaublühend ist der kleine Strauch, der als ausdauernder Lein (*L. perenne* L.) bezeichnet wird, heimisch in Südeuropa, aber auch bis nach Süddeutschland heraufgehend (Abb. 2). Diese Art ist sicherlich früher angebaut worden und hat Ertrag sowohl an Samen wie an Fasern geliefert. Ihr anzugliedern ist zunächst der Alpenlein (*L. alpinum* Jacq.), gleichfalls hellblau blühend und in den höheren Teilen der Alpen (Knieholzzone) beheimatet. Dieser Halbstrauch bevorzugt in den Pyrenäen, Alpen, Jura und südeuropäischen Gebirgen ausgesprochenen Kalkboden. Ähnliches gilt auch von dem nächstverwandten österreichischen Lein (*L. Austriacum* L.), der in Österreich und Süddeutschland, aber auch sonst in Südeuropa wild und gelegentlich in Gärten, besser auf

Kalk- als auf anderem Boden gefunden wird. Im Gegensatz zu allen bisher Genannten, in der äußeren Tracht mehr strauchigen, und den letztgenannten blaublühenden steht nun der einjährig werdende Flachs im engeren Sinne, der wiederum zwei wichtige Untergruppen bietet. Als *L. angustifolium* Huds. (schmalblättriger Flachs) kommt, noch ausdauernd oder wenigstens zweijährig, in Südwesteuropa eine Pflanze vor, die eine holzige Wurzel mit vorjährigen Stengelresten, mehrere im Bogen aufsteigende Stengel bis zur Höhe von 1½ m mit reicher Beblätterung und oben gabeliger Verzweigung zeigt (Abb. 3), neben den Blüten sprossen befinden sich kurze, dichtbeblätterte und

¹ Hegi, Illustrierte Flora von Mitteleuropa. München: J. F. Lehmanns Verlag.

nicht blühende. Die Blättchen sind kaum 1 mm breit, spitz und grau-grün, der Blütenstand sehr locker, die Blüten mittelgroß, hellblau und die Fruchtkapsel wesentlich größer als der Kelch. Man nimmt gegenwärtig an, daß von dieser früher noch in Europa angebaute Flachsart sich die engere Gruppe des heutigen Nutzflachses abgeleitet hat. Die nahe Verwandtschaft des *L. angustifolium* mit dem heutigen Kulturlein zeigt sich in verschiedenen Eigenschaften der Blüte (Homostylie), in der gleichen Chromosomenzahl beider (30), sowie auch darin, daß beide Formen sich miteinander kreuzen lassen (Tammes 1923, S. 72). Dieser ist im wesentlichen einjährig, alle seine Stengel tragen Blüten und treten aus einer Wurzel meist nur einzeln in der Höhe bis über 1 m auf. Die Blätter sind zwei und mehr Zentimeter lang und bis 4 mm breit, mehr grasgrün als grau-grün, die Kelchblätter wesentlich länger, so daß sie die Kapsel später fast einschließen, die Blüten himmelblau, bisweilen weiß. Zwei wichtige Unterarten sind hiervon zu unterscheiden: Der gewöhnliche Flachs (*L. usitatissimum* α . *vulgare* Bönningh., „Dreschlein, Schließlein, Ackerflachs“) hat höheren Stengel mit geringer Verzweigung, kleine Blüten, geschlossene Früchte und dunklen Samen. Dies ist der hauptsächlich zur Öl- und Fasergewinnung angebaute Flachs. Daneben steht eine niedrige, stärker verästelte Form (*L. usitatissimum* β . *humile* Pers., Klenglein, Springlein). Sie hat größere Blüten und größere Früchte, die bei der Reife aufspringen (daher auch = *L. „crepitans“* Bönningh.). Der Anbau dieser Form ist nur noch selten, aber früher häufiger gewesen (S. 72). Zu erwähnen bleibt aber noch, daß von *L. vulgare* eine biologische Unterform vorhanden ist, die länger als ein Jahr ausdauert und die Zweijährigkeit etwa in dem Maße zeigt wie das Wintergetreide, daher auch Winterflachs (*L. bienne* L. oder *hiemale*¹ genannt. Sie kann, im Herbst ausgesät, überwintern und blüht dann erst im nächsten Jahre, weil sie einen kräftigeren Wurzelstock besitzt und aus ihm mehrere bogig aufsteigende Stengel treiben kann. In seinen Eigenschaften zeigt sich ein deutlicher Anklang an die Abstammung von *L. angustifolium* (Abb. 4—5). Vom eigentlichen Lein unterscheidet



Abb. 3. *Linum angustifolium*
Huds. (n. Hegl).

¹ In Gärten auch als „*L. africanum*“ (Ascherson-Graebner 1914, 220).

sich der Winterlein, wie er etwa in Bayern vorkommt, durch das Überwintern, die Vielstengeligkeit, das bogige Aufsteigen der Stengel, die kleinere Kapsel mit schwächerer Spitze und die kleineren Samen. Geschlossen bleibt auch die Kapsel des Winterleins. Die Zahl der Stengel erweist sich abhängig von der Standdichte, ähnlich wie beim Sommerlein, aber doch in anderer Weise. Es hat das seinen Grund

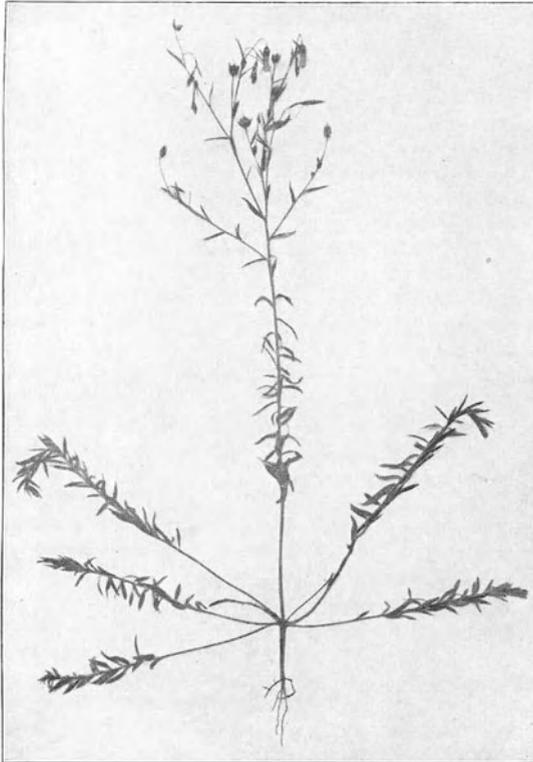


Abb. 4. Winterflachs, Blüte (n. Kremer).

darin, daß die Standdichte sich beim Winterlein infolge des Auswinterns mancher Exemplare nicht mehr mit der Saaddichte deckt. Der Hauptsproß gelangt selten zur Ausbildung eines höheren Stengels, vielmehr entwickeln sich die fruchttragenden Stiele alle aus Seitensprossen, der Hauptsproß bleibt nur als ein Stumpf unter Umständen erkennbar. Der Grund für dies Zurückbleiben dürfte darin liegen, daß der Hauptsproß entsprechend der normalen Entwicklung der Gesamtart im Herbst den Seitensprossen um ein Drittel ihrer Länge voraus ist, dann aber unter der Schneedecke

gewöhnlich erstickt. An Höhe erreicht der Winterflachs niemals die einer guten Sommerflachssorte. Dagegen bleibt er nur wenig hinter dem russischen Steppenlein (vgl. unten) zurück.

Nach Kremer (1923) ergeben sich folgende Verhältnisse, bei denen

	Pflanzenhöhe in cm		Stengellänge in cm	
	Max.	Durchschn.	Max.	Durchschn.
Winterlein Oberbayern	80,0	63,76	63,0	50,91
„ Krain . . .	59,0	44,9	49,0	31,7
Faserlein Livland . . .	110,7	88,0	—	—
Steppenlein	90,0	73,0	—	—

Stengellänge die Entfernung von der Keimblattachse bis zur ersten Verzweigung bedeutet.

Die Dickenmessungen ergaben folgende Resultate:

	Max. mm	Mittel mm	Basis mm	Mitte mm	oben mm
Winterlein Oberbayern	3,2	2,2	2,6	2,3	1,9
„ Krain. . .	2,6	2,0	2,4	2,0	1,8
Faserflachs Livland .	2,574	1,652	—	—	—
Steppenflachs	3,02	1,895	—	—	—

Die Anzahl der Äste betrug:

	Max.	Mittel
Winterlein O.-Bay.	9,0	6,15
„ Krain .	6,0	5,00
Faserflachs Livland	8,1	4,55
Steppenlein . . .	17,5	6,94

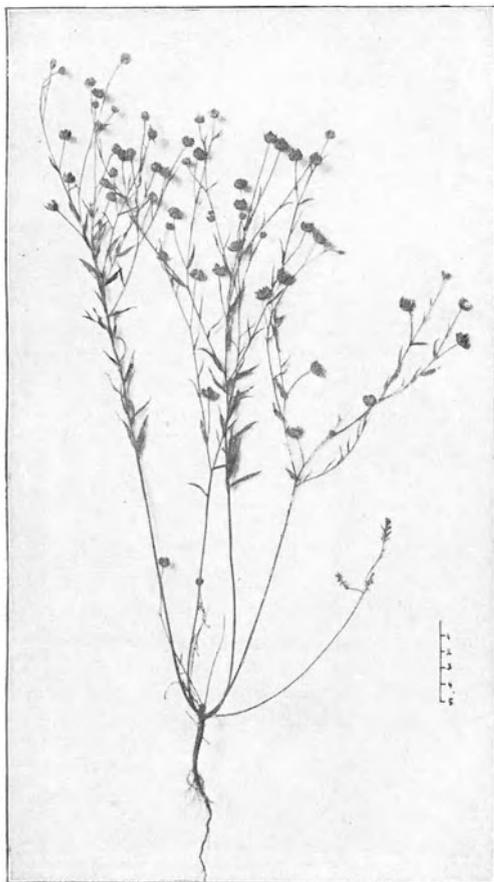


Abb. 5. Winterflachs, Blüte und Frucht (n. Kremer).

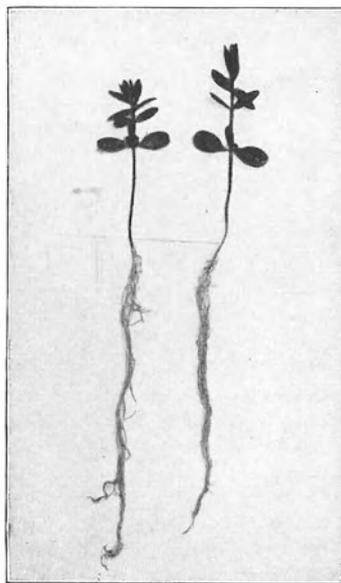


Abb. 6. Links Winterlein, rechts Sommerlein, beide 30 Tage alt (n. Kremer).

größer als beim Sommerlein. Über den Gang der Entwicklung im Vergleich lehrt Abb. 6.

Die Beblätterung des Winterleins ist nicht dichter als beim gewöhnlichen, auch die Größenverhältnisse des Blattes die gleichen, die Farbe vielleicht etwas bläulicher grün. Die Kronblätter sind vielleicht etwas größer, die Früchte bleiben geschlossen, sind in der Größe den gewöhnlichen ähnlich, doch ihre Spitzchen etwas kürzer. Dabei ist zu bemerken,

daß die Größe der Kapsel beim Winterlein sich nicht ändert, wenn er im Sommer ausgesät wird. Auffallend ist aber, daß im letzteren Falle die Samen an Gewicht zurückstehen hinter denen der Herbstausaat¹.

Hinsichtlich der Abstammung im engeren Verwandtschaftskreis ist anzunehmen, daß der Klenglein älter ist als der Schließlein und somit auch dem schmalblättrigen Lein verwandtschaftlich noch näher steht. Daß der Schließlein im Anbau später den Vorzug fand (wie er denn auch heute nirgends mehr wild bekannt ist), erklärt sich aus der Bevorzugung der geschlossenen Früchte für die Samengewinnung ohne weiteres. Daß der einjährige vor dem mehrjährigen bevorzugt wurde, erhellt namentlich im Hinblick auf die Fasergewinnung, da diese erheblicher und leichter aus den zarteren Stengeln der einjährigen Pflanzen erfolgt.

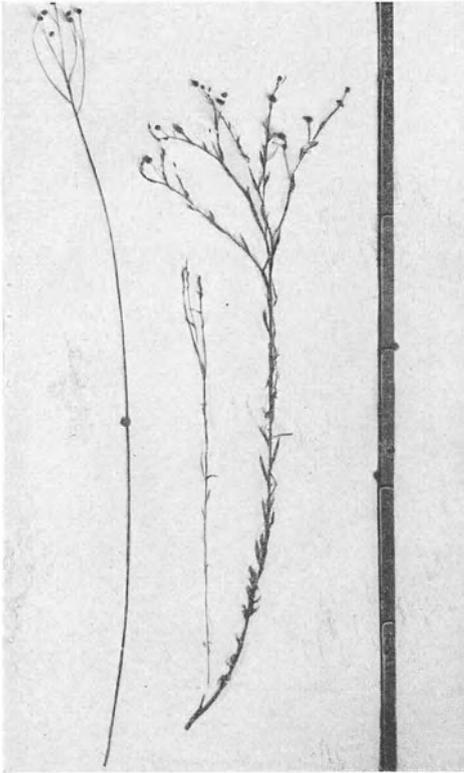


Abb. 7 a. Faserflachs (Sorau). Links Pflanze bei feldmäßiger Aussaatstärke von 60 Pfund pro Morgen, rechts einzelstehende Pflanzen bei Abstand von 5 cm und Reihentfernung von 10 cm. Aufnahme von E. Schilling.

Übrigens zeigt sich hinsichtlich des Ausdauerens auch heute noch bei manchen Formen eine Verschiedenheit und eine gewisse Abhängigkeit von äußeren Bedingungen. So ist auch der schmalblättrige Lein in wärmeren Gebieten fast stets im ersten Jahre seines Wachstums

¹ Die als weiteres Unterscheidungsmerkmal vom Sommerlein angeführte Bewimperung der Scheidewände findet sich wie Tammes (1921) hervorhebt bei zahlreichen Formen des gewöhnlichen Leins gleichfalls.

erschöpft und wird z. B. im wärmeren Frankreich je nach Lage und Boden einjährig oder ausdauernd gefunden. Auch der sogenannte Winterlein kann durchaus als einjährige Pflanze gezogen werden, während andererseits der gewöhnliche Flachs zur Bildung von mehr als einem Stengel, ja selbst zu einem Wiederaustreiben nach Abfrieren (also einer Regeneration) leichter als andere einjährige Pflanzen veranlaßt werden kann.

Hier angefügt sei der Hinweis, daß „Früh-“ und „Spätflachs“ keine Sorten oder gar klimatische Formen sind, vielmehr in diesem Namen lediglich die Anbauzeit aus oft ganz gleicher Art angegeben sein soll. Landwirtschaftlich hat Kuhnert (1919) diese Frage behandelt. Auf die sich ergebenden Unterschiede im Aufbau der Pflanze, je nachdem ob sie aus April- oder Juniaussaat stammt, wird unten hingewiesen (S. 103).

Die Flachspflanze unserer Kulturen hat einen langen, dünnen und graden Stengel, am Grunde gleichmäßig, gegen die Spitze hin bisweilen etwas verdickt (woran nicht selten die tatsächliche Endstelle des Hauptstengels bei später eintretender Übergipfelung durch Seitenäste zu erkennen bleibt!). Unverzweigte Pflanzen sind selten, finden sich aber in allen

Aussaaten vereinzelt und tragen dann meist etwas größere Blüte und Frucht. Im allgemeinen gehen aus der gelblichen spindelförmigen Wurzel bei glatter Entwicklung einzelne, bei irgendwann in der Jugend gestörter auch mehrere gleichartige Stengel hervor. Wie Wuchsform durch Standort und Besonderheit der Ernährung beeinflußt werden, zeigt Abb. 7. Sind es mehrere Stengel, so sind sie bogig gekrümmt. Der jugendlichen Pflanze des einjährigen Flachses kommt allgemein noch eine beträchtliche Neubildungs- (Regenerations-) Fähigkeit bei

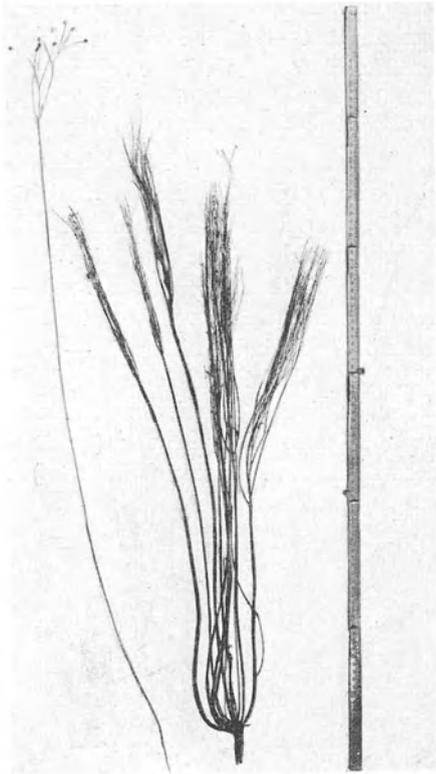


Abb. 7 b. Faserflachs, stark verzweigt, einzeln mit Stallmistdüngung gewachsen, zum Vergleich links eine normale Pflanze aus Feldbestand. Aufnahme von E. Schilling.

Verletzungen zu; sie vermag bei Abfrieren oder Fraß sich mehr oder weniger vollständig zu ergänzen, und zwar bildet der sowohl Stengel, der Spitze beraubt, neue Blätter und Seitensprosse aus, die den Hauptsproß ersetzen, als auch dieser, mit den Keimblättern abgetrennt, neue Wurzeln¹. Die Stengel sind namentlich im unteren Teil reich beblättert. Die Blättchen haben wechselständige Stellung, keinen Blattstiel, nur am Grunde eine gewisse Verschmälerung. Ihre Länge beträgt 2—3 cm, ihre Breite 3—4 mm. Die unteren sind schmaler und spitzer, die mittlere größer, die oberen wieder schmal zugespitzt, alle dünn, dreinervig, am Rande glatt und nicht ganz reingrün. Die Verzweigung beginnt durchschnittlich am oberen Fünftel der Pflanze, ist aber stark von der Aussaatdichte abhängig. Der Blütenstand wird im allgemeinen als ein rispig angeordneter, lockerer und hängender Wickel bezeichnet. Doch kann man auch von Einzelblüten sprechen, da zwischen den Blüten gewöhnlich noch Blätter auftreten. Die einzelne Blüte zeigt fünf eiförmige, scharf gekielte Kelchblätter von 5—6 mm Länge, die einen hautigen Rand und daran im vorderen Teil eine feine Bewimperung tragen. Die Kronblätter sind keilförmig — verkehrt eiförmig, 12—15 mm lang, vorn abgeschnitten, leicht eingekerbt, von blauer Farbe mit dunkler Aderung, sie stehen frei, abwechselnd mit den Kelchblättern. Es kommen weißblühende Formen vor (holländischer weißblühender Flachs, bei dem auch die Aderung farblos ist). Der Grund des Kronblättchens

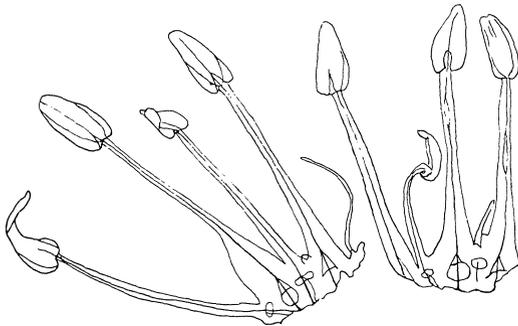


Abb. 8. Kranz der fünf entwickelten Staubgefäße der Flachsblüte, herausgelöst und ausgebreitet. Zwischen den fünf Staubfäden werden die fünf rückgebildeten, z. T. nur als Zähne erhaltenen sichtbar. Sechsmal vergrößert (n. Tammes).

von blauer oder weißer Farbe zeigt einen gelblichen Ton. Die Staubblätter wechseln in ihrer Stellung mit den Kronblättern wiederum ab, sind am Grunde miteinander ringförmig verwachsen. Auf diesem Ringe erscheint zwischen je zwei Staubblättern noch je ein unterdrücktes, das häufig nur die Gestalt eines hakenartigen Anhangs besitzt (vgl.

Abb. 8). An der Außenseite des Ringes befindet sich ferner ein Kreis von Honigdrüsen, aus denen in der offenen Blüte zwischen je zwei Kronblättern ein glänzendes Tröpfchen hervortritt. Die Staubbeutel selbst sind blau gefärbt, auch ihre Träger am oberen Teil. Sie sind be-

¹ Beals: Cora Mautz, An histological study of regenerative phenomena in plants. Ann. Missouri Bot. Garden Bd. 10, S. 369—384. 1923.

weglich an den Trägern befestigt und springen in der Längsrichtung außenseitig auf. Infolge der Lage der Risse des Staubbeutels kommt der Blütenstaub meist auch auf die Innenseite des Staubbeutels zu liegen. Das Pollenkorn ist von elliptischer Form mit drei Längsriefen, zwischen denen die Keimporen für den Pollenschlauch liegen. Der Blütenstaub ist gleichfalls blau gefärbt. Der Stempel besteht aus einem oberständigen Fruchtknoten mit fünf freien aufgerichteten keilförmigen Narben von blauer Farbe. Die Gesamtlänge beträgt etwa 4 mm. Die fünf Fruchtblätter stimmen in der Stellung mit den Kronblättern überein und sind ein jedes durch unvollkommene Wände in zwei Fächer geteilt. Diese Wände (Septen) sind bei einigen Formen oder Rassen des Flachses mit bezeichnenden Wimpern versehen, z. B. bei dem Winterflachs. Die Frucht ist eine auf rechtem oder etwas gebogenem Stiel stehende etwa kugelige Kapsel von 6—8 mm Länge und einer Spitze, die gerade emporsteht. Sie wird im allgemeinen vom Kelch mindestens zur Hälfte umschlossen (Abb. 9). In jedem Fruchtfach wird im allgemeinen ein Same angelegt, oft aber werden einzelne unter-

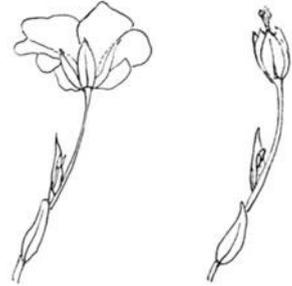


Abb. 9. Blüte und Frucht: Zusammenneigen der Kelchblätter nach Abfall der Kronblätter (n. Tammes).

drückt, ja es kom-

meinsamige Kapseln vor. Bei sämtlichen wilden Arten der Gattung *Lein* und bei einer heute noch vorkommenden Unterart unseres Kulturleins

springt die Kapsel auf und entläßt die Samen, während beim Kulturlein kein Aufspringen erfolgt, oder nur eine

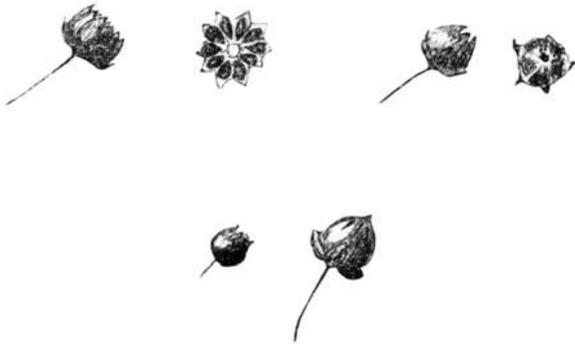


Abb. 10. Leinkapseln: oben links Springflachs, rechts gewöhnlicher; unten links schmalblättriger, rechts ägyptischer Flachs (n. Tammes).

leichte Andeutung davon an der Spitze zu sehen ist (Abb. 10). Der Same ist eiförmig, flach, glatt und glänzend und im allgemeinen braun gefärbt. Es gibt Sorten, die helleren Samen und solche, die dunkleren haben, auch wechselt die Größe des Kornes von 4—6 mm Länge und 2—3 mm Breite (Abb. 15). Der Keimling im Samen ist sehr groß und füllt ihn fast ganz aus. Um die Keimblätter liegt nur ein dünnes Nähr-

gewebe. Die Blütezeit des Flachses liegt bei uns von Juni bis August, der sogenannte Winterflachs gelangt aber auch schon im Mai zur Blüte. Die Blüte öffnet sich im allgemeinen morgens und schließt sich am frühen Nachmittag.

Mit Rücksicht auf die heute immer wichtiger werdende Züchtung sind aber noch einige Einzelangaben über die Entwicklung der Blüte angebracht. Es verdient hervorgehoben zu werden, daß die Zeit der Aussaat, ob früher oder später, im großen und ganzen von geringem



Abb. 11. Entwicklung und Stellung des Blühtriebes bis zur Frucht, $\frac{1}{2}$ n. Gr. (n. Tammes).

Einfluß auf die Entwicklung der Blüte ist (von großem dagegen auf die Gesamtausdehnung des Wachstums). Im allgemeinen wird in gesunder Kultur der Beginn der Hauptblütezeit im Juni liegen, um welche Zeit auch das erheblichste Wachstum zu verzeichnen sein wird. Die Anlage der Blüte ist bereits an 15 cm großen Pflanzen vorhanden. In diesem Zustand steht die Pflanze noch vollkommen aufrecht, während sie bei der Länge von etwa 20 cm schon eine leichte Neigung zeigt, und die Knospen bereits erkennbar werden (Abb. 11). Bei 35—50 cm

Länge treten sie deutlich hervor und bei 60—80 cm Höhe beginnt im allgemeinen die Blüte. Dann ist der obere Teil des Stengels ausgesprochen gekrümmt. Während der Blühperiode streckt er sich dann, bis am Ende der Entwicklung wieder aufrechte Stellung der sich entwickelnden Früchte hergestellt ist. In bezeichnender Weise wechselt während dieser Entwicklung auch die Stellung und das Höhenverhältnis der Staubbeutel und der Narben (vgl. Abb. 12). Ebenso bemerkenswert ist die Bewegung, die der Blütenstiel während des Tages ausführt (vgl. Abb. 13). Übrigens kehren sich die Blüten ein wenig nach der Sonne. Bei schlechtem Wetter kann man erkennen, daß eine größere Zahl von Blüten nach Südosten gerichtet ist als nach Nordwesten. Selbst bei sehr schwachem südöstlichen bis südlichem Wind sind alle Blüten

in diesem Fall von der Sonne abgewendet. Aus diesen Gründen ist der Anblick eines Flachsfeldes von der gleichen Stelle an verschiedenen Tagen ein sehr verschiedenartiger. Jede Blüte dauert nur einen Tag oder sogar nur einen Teil davon. Bei warmem sonnigem Wetter fallen die Kronblätter auch schon um 10^h vollständig frisch ab und am Nachmittag ist das für sämtliche Blüten des Tages geschehen. An regnerischen Tagen öffnen sie sich überhaupt nicht und schließen sich bei plötzlichem Regen wenigstens teilweise. Nach dem Abfallen der Kronblätter schließen sich die Kelchblätter (vgl. Abb. 9), das geschieht so schnell, daß es unmittelbar beobachtet werden kann. Der Blütenstaub ist beim Aufgehen der Blüte noch eingeschlossen und die Beutel stehen

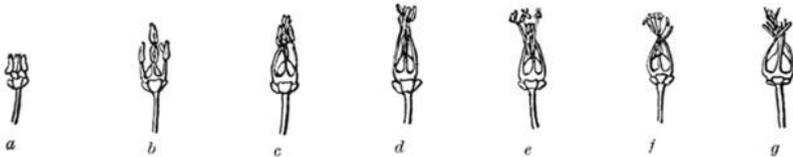


Abb. 12. Entwicklung von Staubblättern und Narben: *a* 9 Uhr morgens zwei Tage vor der Blüte, *b* 24 Stunden später, *c* 5 Uhr nachm. am gleichen Tage, *d* 6 Uhr morgens am Blühtage, *e* nachm. am gleichen Tage, *f* einen Tag später, *g* einige Tage später. *a—d* Kelch und Krone fortgelassen *e—g* Krone abgefallen (n. Tammes).

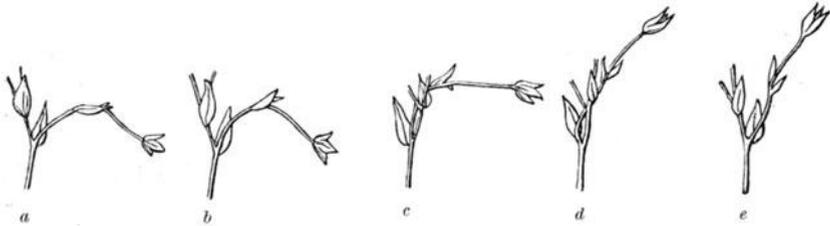


Abb. 13. Stellung des Blütenstieles im Laufe des Tages: *a* u. *b* 8 u. 9½ Uhr morgens (die Kronblätter fortgelassen), *c* 1½ Uhr, *d* 3 Uhr, *e* 4 Uhr nachm. (n. Tammes).

von den Narben entfernt. Bald danach öffnen sich die Beutel und zugleich neigen sie sich ein wenig auf die Narben nach innen, so daß der Staub auf diese gelangen kann. So ist es erklärlich, daß im allgemeinen Selbstbestäubung die Regel ist, doch ist Kreuzungsbestäubung bei unserem Flachs nicht ausgeschlossen. Sie erfolgt durch Insekten, namentlich durch Hummeln, die beim Sammeln des Honigs sich gewöhnlich über die Staubbeutel und Stempel neigen und beide gegen ihren Leib drücken, dadurch wird aber zugleich auch Selbstbestäubung gefördert. Da die Narben bereits einen Tag früher reif sind, vermag der auf sie gelangte Blütenstaub sofort zu keimen. Der Blütenstaub läuft Gefahr zugrunde zu gehen, wenn er auf der Narbe noch nicht ausgekeimt feucht wird, also wenn etwa Regen darauf käme. Doch ist das im allgemeinen durch die hängende Stellung der Blüte in diesem Zustande ausgeschlossen. In wenigen Stunden vollzieht sich die Keimung des Blütenstaubs und die Befruchtung. Und in etwa 14 Tagen hat die

Frucht ihre endliche Größe erreicht, ist aber noch grün und im Innern unreif. Je nach dem Stande des Wetters dauert es einige Wochen, bis die Samen reifen. Zuweilen können sich übrigens auch Früchte fast normaler Größe ohne Befruchtung entwickeln. Der Same ist bei

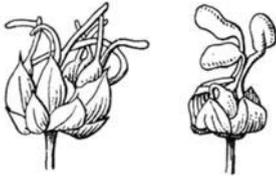


Abb. 14. Leinkapsel mit auskeimender Saat (n. Tammes) vergrößert.

der Reife sofort keimfähig, kann daher bei feuchtem Wetter auch bereits in der Frucht keimen (Abb. 14). Doch gehen die jungen Keimpflanzen in der Folge wohl stets zugrunde. Es spielt das eine um so geringere Rolle, als ja der Flachs im allgemeinen vor der Reife der Saat geerntet zu werden pflegt.

Wenn die Größe des Flachssamens einer Betrachtung unterzogen werden soll, so ergibt sich die nicht unbedeutende Schwierigkeit, recht auseinander zu halten, wieweit es sich um einen vollreifen, oder nicht ganz ausgereiften Samen, oder aber um Sortenverschiedenheit handelt. Die Praxis des Flachsbauens und insbesondere die Ernte zur Fasergewinnung bringen es mit sich, daß die Saat unreif geerntet wird, und wenn sie auch trotzdem Keimfähigkeit und Wachstumsfähigkeit durch Nachreife weitgehend zu erwerben in der Lage ist (Bredemann 1925), gelangt doch in diesem Falle das Korn mindestens äußerlich nicht zur vollsten Entwicklung, während übrigens gleichzeitig auch die Wachstumsfähigkeit unter Umständen geringer ist als bei ausgereifter Saat.



Abb. 15. Leinsaat: links Faserflachs, rechts Ölflachs (z. T. n. Tammes).

Da nun aber, wie bereits erwähnt, guter Faserflachs im Gegensatz zu solchem vom Öltypus geringere Korngröße besitzt und gelegentlich eine Bewertung der Saat nach der Korngröße mit Rückschluß auf den zu erwartenden Typus stattfindet, so kann allzu leicht eine täuschende Herabsetzung der Korngröße eintreten.

Abgesehen hiervon pflegt die Praxis die Flachssorte doch mit Recht auch nach der Größe und dem Gewicht des Samens zu bewerten. Indische, ägyptische und amerikanische Saat hat viel größere und schwerere Körner als etwa holländische oder russische (Abb. 15). Guter holländischer Faserflachs hat eine Kornlänge von etwa 0,5 cm, während südamerikanischer 0,7—0,9 cm lang sein kann. Der erstere ist ein ausgesprochener Faserflachstypus, der letztere mit Sicherheit als Ölflachstypus anzusprechen. Es kann gesagt werden, daß die Variation in der Größe bei bereits keimfähigen Faserflachssamen jedenfalls stets unter den Durchschnittswerten für Ölflachssaaten liegt. Genauer und sicherer ist es allerdings, statt der Größenverhältnisse die Gewichtsverhältnisse

einzusetzen, und so hat man denn sich lange daran gewöhnt, das auf statistischem Wege ermittelte Durchschnittsgewicht des Kornes (so genanntes Tausendkorngewicht) zur Bewertung einzusetzen. Einige Proben bilden folgende Zahlen:

Japanischer Flachs, Tausendkorngewicht (nach Filter) . .	3,57 g
Lausitzer Faserflachs (nach Kappert)	4,28 g
Holländischer, blaublühender Faserflachs (nach Tammes)	4,77 g
Russischer Faserflachs (Ostsee-Provinzen) (nach Filter) .	3,64—4,49 g
Südrussischer Faserflachs (nach Filter)	4,83—6,21 g
Indischer Flachs (nach Tammes)	6,64 g
Südamerikanischer „La Plata“ (nach Tammes)	8,54 g
„ „ Öflachs (nach Kappert)	10,14 g
Ägyptischer Flachs (nach Tammes)	10,99 g.

Mit diesen Ziffern kann allerdings nicht so umgegangen werden, daß bei einer bestimmten Zahlengrenze unbedingt der Charakter des Faserflachses aufhöre und der des Öflachses anfangen. Vielmehr macht Boerger (1923) darauf aufmerksam, daß heute in Uruguay Samen- und Faserlein bereits unterschieden werden, daß in diesem Falle auf Formen des ursprünglich nur zur Ölgewinnung angebauten La Plata-Flachses zurückgegangen und bei Einleitung züchteriger Arbeiten zwecks längerer Beobachtung hinsichtlich des weiteren Verhaltens ausgewählt worden sei. Immerhin kann als Tatsache verzeichnet werden, daß die russische Leinsaat aus den Ostseeprovinzen mit ihren geringen Tausendkorngewichten noch heute als die beste für den Faseranbau zu gelten hat, während die höchsten Tausendkorngewichte auch die beste Ölausbeute bedingen. In Erinnerung daran aber, daß insbesondere bei Faserflachs niedrigere Gewichte auch auf geringere Reife zurückgehen können und dementsprechend auch schwächere Pflanzen und daher geringeren Gesamtertrag bringen dürften, hat es sich als nützlich herausgestellt, den Ertrag an Faser und damit das Tausendkorngewicht im Nachbau durch Auswahl der verhältnismäßig schwereren Körner zu steigern (Herzog 1900). Bei Verwendung ausgelesener schwerer Körner mit einem Tausendkorngewicht von 4,8 g erreicht man eine Steigerung des Strohertrages von 87,5% gegenüber dem der ausgelesenen leichten Saat mit Tausendkorngewicht von 4,1 g. Auch durch andere Versuche ist mit zunehmender Schwere des Saatgutes aus einheitlichem Typus allmählich Zunahme der Stengellänge, des Strohertrages, des prozentigen Fasergehalts und Qualitätssteigerung der Faser erzielt worden (Kleberger 1919, 2). Am wichtigsten in diesem Zusammenhang ist aber, daß nach Versuchen Kapperts (1921, 1) eine Wertsteigerung durch Auswahl schwerer Körner für die Aussaat nur bis zu einem bestimmten mittleren Korngewicht (in den Versuchen = 4,62 g) zu erzielen war. Aus schweren Samen wurde dagegen eine Wertverminderung hinsichtlich der Faser festgestellt. Das bedeutet nichts anderes, als daß unreine

Saat oder unreine Linien neben den Fasertypen auch Öltypen einschließen und daß die schwereren Körner tatsächlich oberhalb einer gewissen Grenze dem Öltypus zuneigen (vgl. Abb. 16 und 17). Es ist klar, daß derartige, für den Faseranbau unerwünschte Typen in besonders schwerem Saatgut häufiger auftreten, als in solchem geringerer

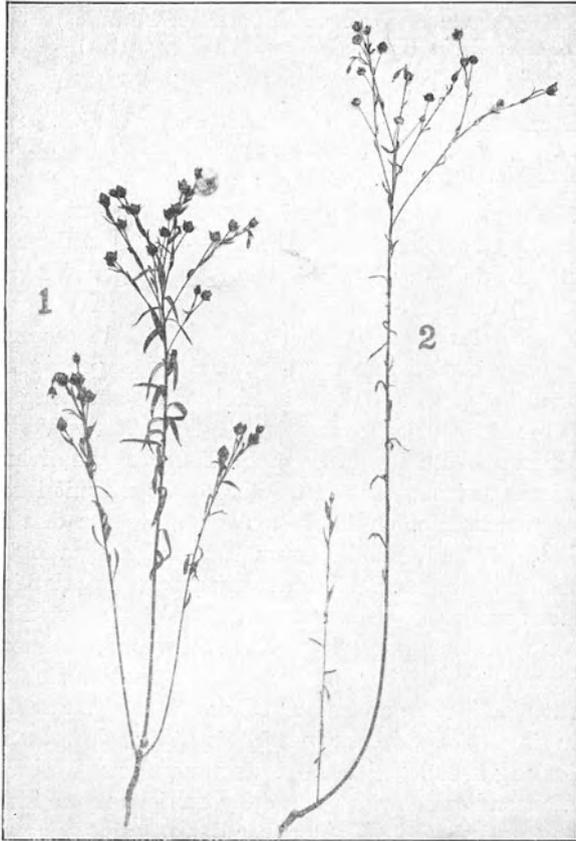


Abb. 16. Pflanzen aus dänischer Saat: 1. Typus mit 1000-Korngew. 8,55 g, 2. mit 4,98 g (n. Kappert).

mittlerer Schwere. Und ebenso muß anerkannt werden, daß die Schwerkornauslese von allen darin etwa vorkommenden Typen nur den Durchschnitt der gut ausgereiften erfassen sollte. Als Kennzeichen hierfür erweist sich weniger als Länge und Breite die Dicke der Samen maßgeblich. Diese ist der Maßstab für die eingetretene Ernährung des Korns. Auch Tammes (1907) hat das Samengewicht etwa sechsmal empfindlicher gegen Ernährungseinflüsse gefunden als die Samenlänge.

Praktisch hat man hieraus gefolgert, daß die Kornauslese durch Aus-sieben der richtigere Weg ist, als die nach dem Gewicht.

Neben der Korngröße und dem Korngewicht darf der Hinweis auf die Farbe nicht unterlassen werden auch sie unterliegt Art- oder Sorten-verschiedenheit, zugleich aber auch einer Verschiedenheit nach dem

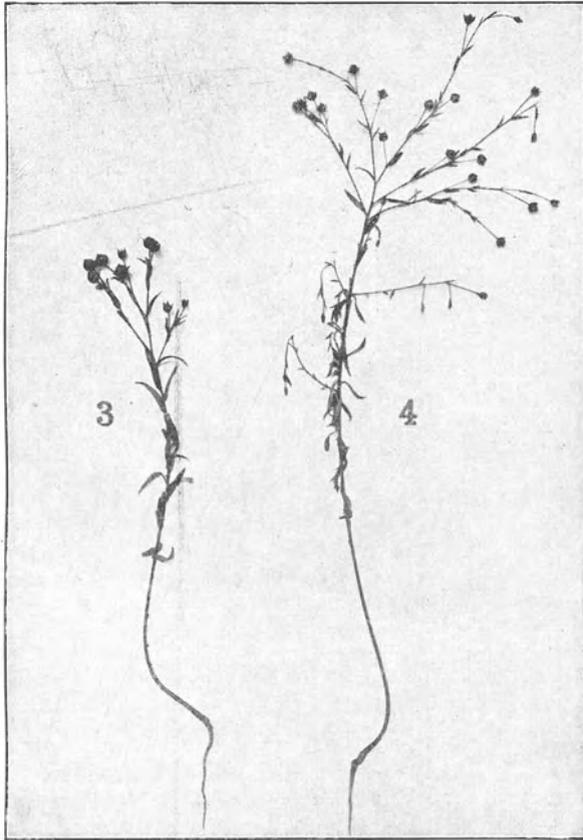


Abb. 17. Pflanzen aus hessischer Saat: 3. Typus mit 1000-Korngew. 11,88 g, 4. mit 4,21 g (n. Kappert).

Reifezustand. Das dunklere Korn kann das reifere sein bei Sorten-gleichheit. Doch ist außerdem bekannt, daß die eigentlichen Öltypen oft dunklere Saat besitzen als die Fasertypen, während es außerdem auch Sorten mit besonders hellen Samen geben kann. Auf die Weiß-fleckigkeit als eine Art mangelhafter Reife, mit der ein Stärkevorkommen statt des Ölgehalts in Verbindung steht, hat Schilling (1922) hin-gewiesen.

Unter den heutigen Formen des Kulturflachses ist es nötig, auf den Unterschied zwischen Faser- und Ölflachs hinzuweisen (Tobler 1921, 3). Dieser Unterschied ist nicht allein in der Hauptnutzung für die Faser bzw. das Öl des Samens begründet, sondern auch äußerlich im Wuchs bereits mit vollkommener Deutlichkeit zu erkennen. Erschwert wird die äußere

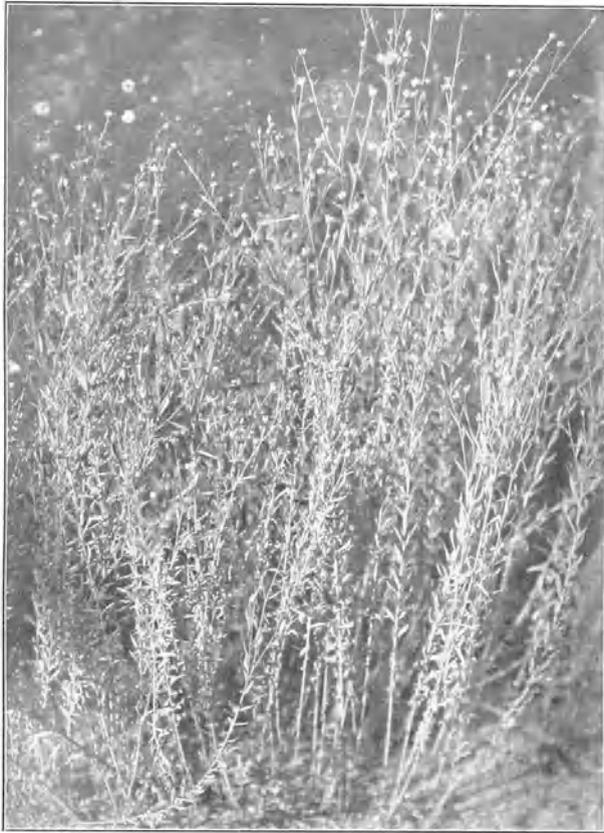


Abb. 18. Fasertypus (Deutschland) (n. Hegi).

Unterscheidung allerdings dadurch, daß unter den Faserflachssorten ein Schwanken an Gehalt und Güte der Faser ebenso wie an Menge und Größe der erzeugten Samen vorliegt, während gleichzeitig nicht gesagt sein soll, daß von einem Ölflachs nicht auch noch brauchbare Faser, wenn auch in geringerer Menge und Güte, gewonnen werden könnte. Zu betonen bleibt aber auf jeden Fall, daß es sich bei beiden Formen keineswegs, wie der Landwirt häufig vermutet, nur um Standortsform aus gleicher Saat, hervorgerufen durch Boden oder Standweite, handeln

könnte. Vielmehr sind die beiden Typen, wenn auch auf dem Wege der Züchtung in der einen oder anderen Richtung verbesserungsfähig oder mehr oder weniger zu vereinigen, durchaus auch im Nachbau getrennt zu erhalten. Daß außerdem für Faserflachstypen und für Ölflachstypen getrennte botanische Herkunft vorliegen kann, ist an anderer Stelle berührt worden (S. 3). Die Tatsache, daß Mitteltypen, z. B. massige Fasertypen, mit verhältnismäßig hohem Ölertrag vorkommen, könnte auch Anlaß geben, nach amerikanischem Vorbild drei Typen zu unter-



Abb. 19. Öltypus (Uruguay).

scheiden, Spinnfaser-, Kurzfaser- und Ölflachs.¹ Hier kann nur gesagt werden, daß im allgemeinen der Faserflachstypus (Abb. 18) dünneren, höheren und weniger verzweigten Stengel mit mehr und besserer Faser besitzt, während der Ölflachs (Abb. 19) gedrungenerer Gestalt mit reicher Verzweigung, stärkerem Fruchtansatz, mehr und größeren Samen aufweist. Im Fasertypus ist die Faser in Gewichtsprozenten des Stengels reichlicher, im einzelnen länger und in einem für die Aufbereitung und Verarbeitung günstigerem Zusammenhang ausgebildet. Wichtiger ist indessen, daß Lagerung und Bau der Faser auch unter

¹ Der ursprünglich angebaute, fast als verwildert zu bezeichnende russische Steppenflachs ist klein, buschig, wie ein *L. perenne*, aber doch ein richtiger Fasertyp des *L. usitatissimum*, nur kurz im Wuchs und in der Faser (vgl. S. 4 u. 24).

den Faserflachssorten Veränderungen unterliegt, auf die daher noch einzugehen ist. Und ebenso muß beachtet sein, daß der Same bei allen Flächsen nicht allein nach Art der Entwicklung, sondern, auch sortenmäßig verschieden, Abänderungen unterliegt, worauf gleichfalls noch näher hingewiesen werden soll.

Zweites Kapitel.

Innerer Bau der Flachspflanze.

A. Allgemeines über die Bedeutung der Bastfasern im Pflanzenkörper und besonders in der Flachspflanze.

Die in allen höheren Pflanzen vorkommenden Bastfasern gehören zu den Gewebsteilen und Geweben, denen der Pflanzenkörper seine Festigkeit verdankt und bilden das bedeutendste Element unter diesen. Der Pflanzenkörper bedarf der Festigkeit aus verschiedenen Gründen: Der Biegefestigkeit gegen Zerbrechen und der Zugfestigkeit gegen Zerreißen. Hieran zu stellenden mechanischen Ansprüchen pflegt der Ausbau des Pflanzenkörpers und die Ausbildung der Bastfasern zu genügen. Der Begriff Bast ist uns am bekanntesten daher, daß man Bänder solcher Elemente aus der Rinde von Bäumen, wie der Linde, als Bast bezeichnet. Der Begriff gilt aber auch allgemeiner für alle die erwähnten mechanische Funktionen ausübenden Teile des Pflanzenkörpers. Bei ihrer Verteilung und Anordnung ist noch wesentlich, daß den gleichen Elementen auch eine Schutzfunktion für die wertvollen Wasser und Nahrungssaft leitenden Gewebe des Pflanzenkörpers zukommt. Daher ist die gesamte Verteilung auch abhängig von der Lagerung der leitenden Gewebsgruppen. Bei der großen Gruppe der zweikeimblättrigen Blütenpflanzen (Dikotylen), zu denen der Flachs gehört, bildet der Bast im Stengel einen lockeren oder fester sich schließenden Ring in den äußeren Teilen. Hieraus ergibt sich erstens, daß die Entwicklung des Bastes ebenso wie die anderer Gewebe (und sogar in einer gewissen Abhängigkeit von solchen) unter dem Einfluß äußerer Umstände bei der Gesamtentwicklung steht, und zweitens, daß die Art dieser Entwicklung und die Verteilung des Bastes maßgeblich werden für die Wege zu seiner Herauslösung und Gewinnung.

Wie die meisten Zellen des gestreckten Stengels der Pflanze sind auch die den Bast aufbauenden längsgestreckt, und zwar wesentlich stärker gestreckt als andere benachbarte. Sie sind dabei schmal und stark zugespitzt. mit ihren Spitzen durch ihr Wachstum untereinander fest verbunden und verschränkt, so daß die großen Berührungsflächen der langen schmalen Elemente eine besondere Gesamtfestigkeit des Bastes erzeugen.

Wie die Übersicht eines Querschnittes durch den Flachsstengel zeigt (Abb. 20), liegt der Bast in unregelmäßigen Gruppen auf einem

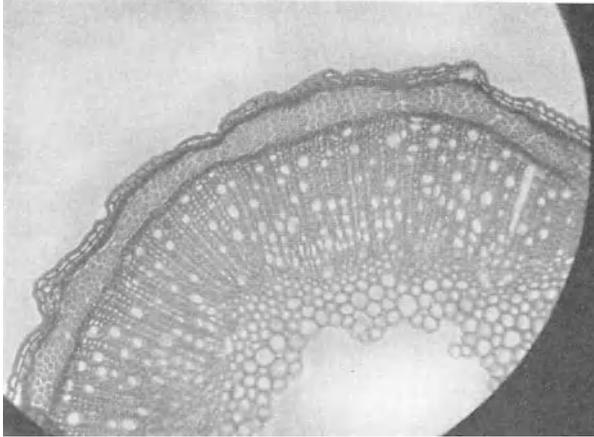


Abb. 20 a.

Abb. 20 a–c. Querschnitte durch Stengel bei gleicher Vergrößerung. a: *Linum perenne*, ausdauernder Flachs, wild; geschlossener Bastring. b: *L. usitatissimum*, Öltypus (Bombay), Faserbündel aus lockeren, im Einzelquerschnitt groben Fasern. c: *L. usitatissimum*, Fasertypus (Davis' amerik. Züchtung), gute Bündel feinerer, im Einzelquerschnitt gleichmäßiger Fasern.

Kreise verteilt in der sogenannten Rinde, d. h. dem äußeren zarteren Gewebeteil, der um den festeren inneren, den Holzkörper, herumliegt. Der Holzkörper dient der Wasserleitung, ihn umgibt unmittelbar jenes zarteste Gewebe, von dem aus der Zuwachs von Holz und Rinde erfolgt, wenn der Stengel in der Dicke zunimmt. Zwischen diesem Bildungsgewebe (Kambium) und den Bastgruppen liegen die gleichfalls sehr zarten, den Nahrungssaft leitenden Zellgruppen (Siebröhren). Die Bastbündel bilden dementsprechend, wie oben vorausgesetzt, einen wirksam schützenden Ring um die wertvollsten

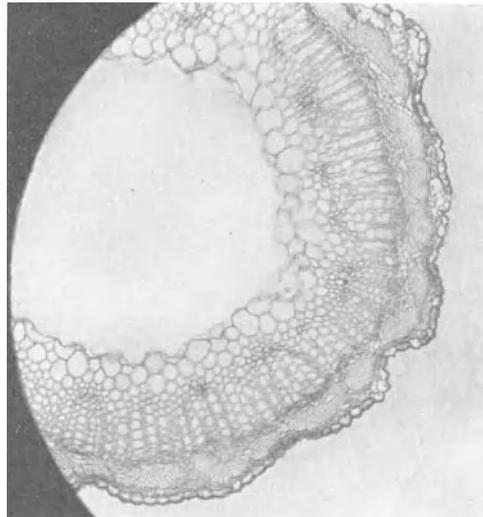


Abb. 20 b.

leitenden Teile der Stengelgewebe und sind außen nur noch von einer mehrfachen Schicht des Grundgewebes (mit Blattgrüninhalt) und einer Oberhaut (Epidermis) bedeckt. Seine Entstehung findet der Bast nicht aus einem besonderen Bildungsgewebe, sondern aus der gemeinsamen Bildungsschicht (dem Grundmeristem) für alle Rindenelemente, wie das Winter (1909) in gewissem Gegensatz zu Havenstein (1874) und Tammes (1907) festgestellt hat.

Aus der Übersicht der Gewebe ergibt sich für Späteres, daß die leichteste Zerteilung der Gewebe an der zartesten Stelle, d. h. zwischen

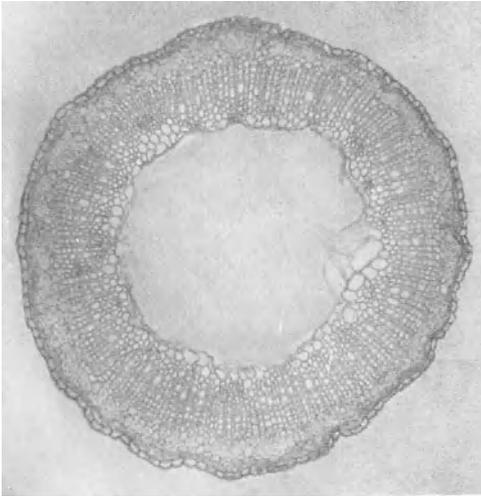


Abb. 20c.

Holzkörper und Rinde, erfolgt, daß der Bast in dieser Rinde enthalten liegt und auf seiner Oberfläche (Außenfläche) nur wenige, abgesehen von der Oberhaut, zarte Schichten von Zellen trägt. Die Bastelemente unterscheiden sich, wie der Querschnitt bei starker Vergrößerung sofort erkennen läßt, durch ihre Dickwandigkeit und ihren schärferen Umriß, der ihre Zusammenfügung aneinander fest gestaltet, von den übrigen Rindengeweben durch die Größe ihres Einzelquerschnittes von

denen des tieferliegenden Holzes. Ein weiterer wichtiger Unterschied in der vollzogenen Ausbildung liegt aber zwischen Bast und Holz darin, daß die Bastzellen des Flachses im allgemeinen aus reiner Zellulose bestehen, während die Wasser leitenden Gefäße des Holzes eine eigenartige Veränderung ihres Wandstoffes erfahren, die man als Verholzung bezeichnet. Diese stofflichen Eigenschaften werden uns später bei der Aufschließung noch zu beschäftigen haben. Welche Abweichungen hiervon gelegentlich eintreten, wäre gesondert zu betrachten. Soweit sich diese auf verschiedene Sorten beziehen, soll davon noch die Rede sein, hier sei nur schon hervorgehoben, daß in jeder einzelnen Pflanze die untersten Stengelteile auch in den Bastfasern zu einer gewissen Verholzung der Wände neigen und mindestens in den Wandzwickeln, d. h. an Stellen, wo mehrere der im Querschnitt vieleckigen Faserzellen sich berühren, Spuren der erwähnten Zelluloseveränderung zu erkennen sind. In den

gleichen untersten Teilen der Flachspflanze pflegen bei einer gewissen Verholzung der Wandung die Wanddicken der Bastfasern eher geringer,

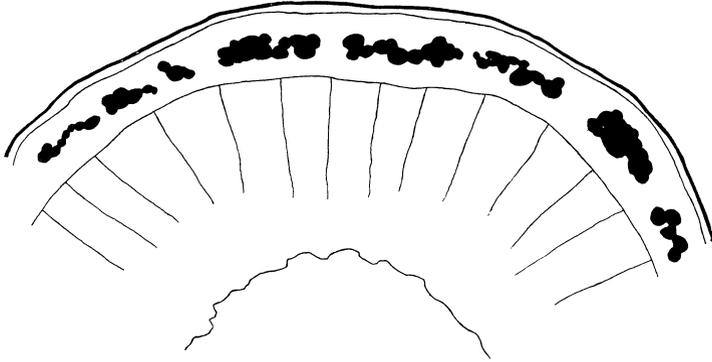


Abb. 21a.

Abb. 21 a—e. Stengelquerschnittsübersichten bei gleicher Vergrößerung. a *L. humile* Klenglein (Springlein), alte Form des heutigen Flachses! zerklüftete, im Umriß unregelmäßige Bündel. b (Bombay), c (Erithrea), Öltypen, zerklüftet wie a. d (Angora), e (Palästina) grobe Mitteltypen mit noch zerklüfteten, großen Bündeln.

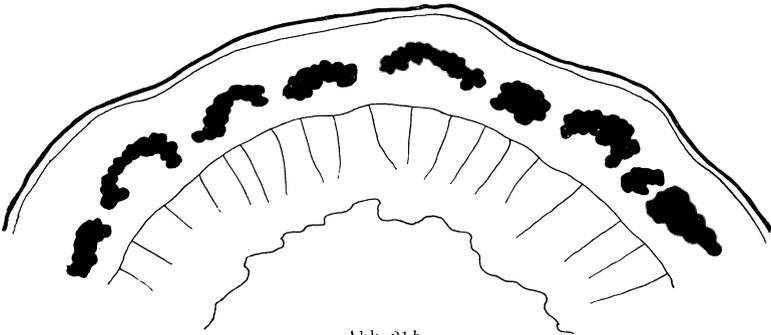


Abb. 21b.

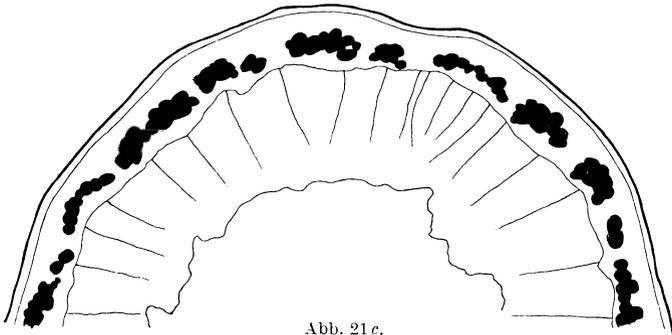


Abb. 21c.

die einzelnen Querschnittsgrößen aber stärker zu sein. Und ähnlich lassen auch die obersten Teile des Flachsstengels Unterschiede in dieser Hin-

sicht erkennen, indem bei ihren Fasern Grenzschichten zwischen den einzelnen Zellen gleichfalls auf einer anderen Stufe der stofflichen Entwicklung stehen, worauf gleichfalls bei der Aufschließung noch zurückkommen sein wird.

Wenn die Praxis damit vertraut ist, daß ein guter Faserflachs allein das liefert, was die Industrie als Faser zu verwerten liebt, während die

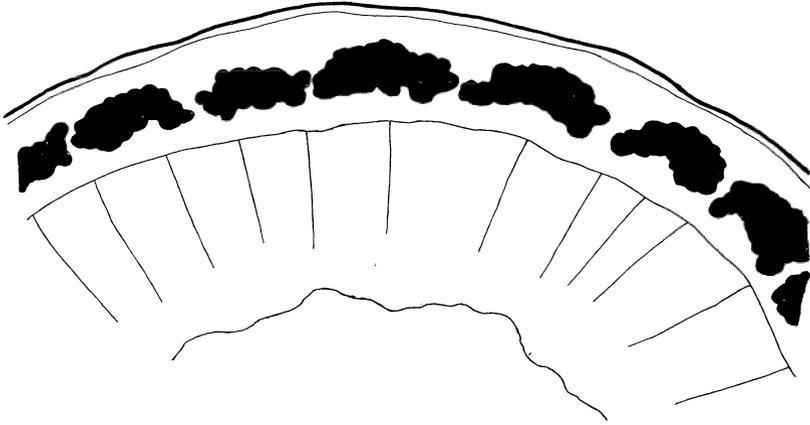


Abb. 21d.

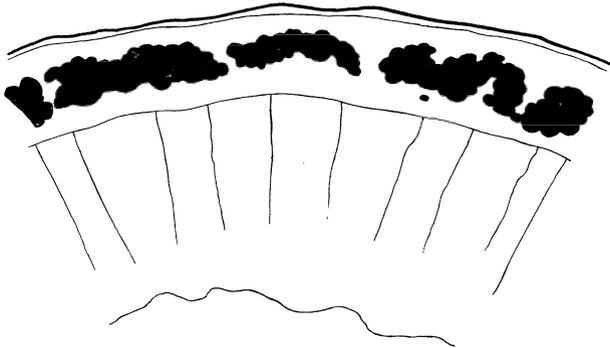


Abb. 21e.

wilden anderen Flachssorten mehr oder weniger brauchbares Fasermaterial ergeben, so liegen dieser Tatsache hier zu erwähnende wichtige anatomische Unterschiede zugrunde. Sie beziehen sich sowohl auf die Lagerung der Fasern in Bündeln als auch die der Bündel im Stengel, sowohl auf das Maß der Wandverdickung und die Querschnittform der Faserzellen, wie auf die stoffliche Zusammensetzung der Wandschichten. Hierbei ist es von Wichtigkeit, zu trennen zwischen zwei Begriffen, der Rohfaser oder Spinnfaser und der Einzelfaser. Faser im allgemeinen nennt man in der Flachsverwertung die ganzen Gruppen von Einzel-

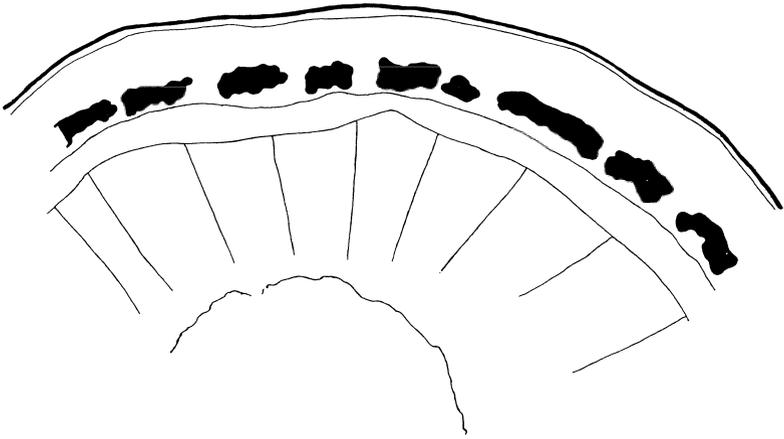


Abb. 22 a.

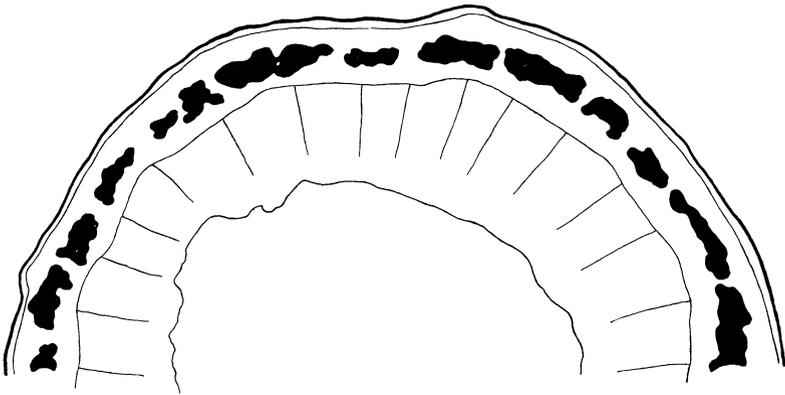


Abb. 22 b.

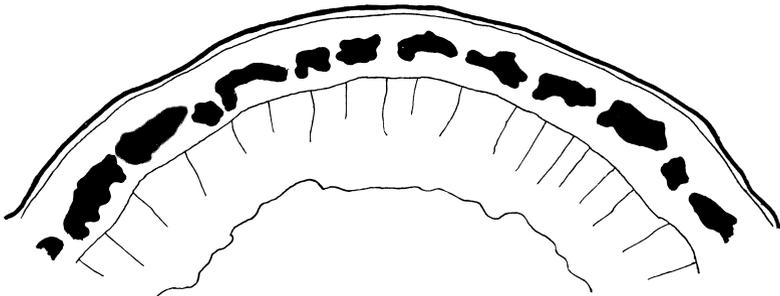


Abb. 22 c.

Abb. 22 a—c. Stengelquerschnitte von Faserflächen bei gleicher Vergrößerung. *a* Russischer Steppenflachs, *b* Canadian Longstem, *c* Russische Züchtung.

fasern, die bei der Auflösung oder Entfernung der nicht zu den Fasern gehörenden angrenzenden Stengelgewebe als lange Fäden übrigbleiben. Je mehr sie bei der Herauslösung als ganze Bündel erhalten bleiben

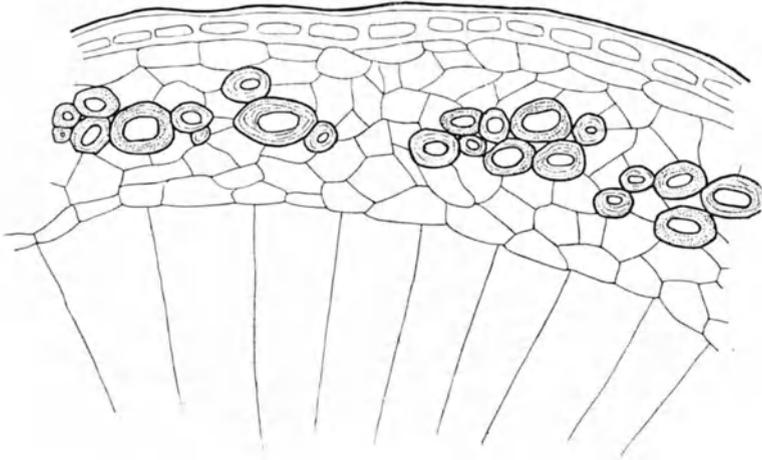


Abb. 23 a.

Abb. 23 a—f. Einzelbündel- und Faserquerschnitte bei gleicher Vergrößerung! Stengelmitten, a Kleng- (Spring-) Lein, b Bombay (Öltypus!), c Russischer Steppenflachs (Fasertypus!), d Angora, grober Flachs, e Russische Züchtung, eckige Faserquerschnitte, f Canadian Longstem, eckige Querschnitte.

(vgl. die Querschnittsbilder Abb. 20—23) und je mehr die Bündelquerschnitte in der Flachspflanze breit gezogene Massen vorstellen, desto mehr erhält die Faser den Charakter eines Bandes. Und noch

mehr ist das der Fall, wenn mehrere Bündel nebeneinander in der Rohfaser erhalten bleiben, ohne daß die sie trennenden, nur wenige Zellen enthaltenden Gewebstreifen herausgelöst werden. Von solcher Rohfaser unterscheidet sich genau genommen die Spinnfaser meist wohl dadurch, daß in ihr ein etwas höherer Grad von Zersplitterung durch mechanische Einwirkung erreicht worden ist. Die Einzelfaser dagegen

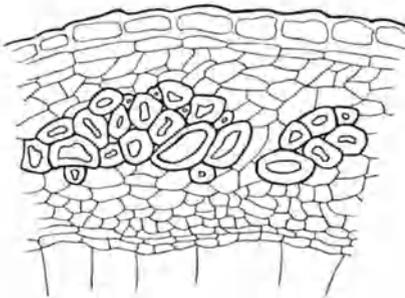


Abb. 23 b.

liegt für den industriellen Gebrauch fast niemals vor. Selbst die weitgehendste chemische Aufschließung (Kotonisierung S. 229) bringt im allgemeinen immer noch fädige Gebilde hervor, die bei aller Zartheit aus mehr als einer Zelle zusammengesetzt sind. Während die Rohfaser in ihren Längen im allgemeinen den Längen des brauchbare Faser ent-

haltenden Stengelteils entspricht, also in einer deutlichen Beziehung zur erreichten Wachstumshöhe der Flachspflanze steht, ist die Einzelfaser

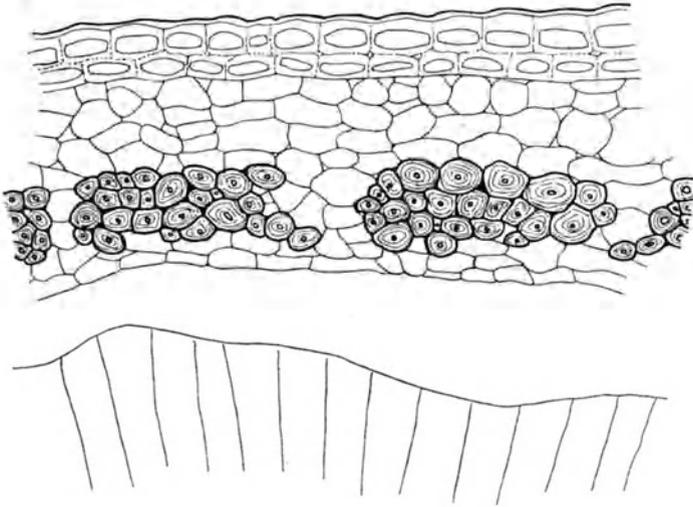


Abb. 23 c.

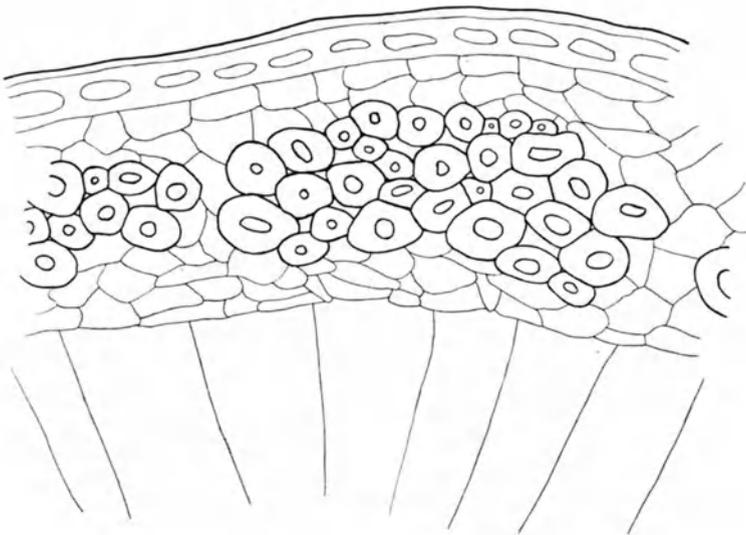


Abb. 23 d.

eine Eigenschaft anderer Art und durchaus getrennt zu bewerten, wobei es klar ist, daß ihre größere Länge auch einen festeren Zusammenhalt der Rohfaser bedingen kann. Abgesehen davon, daß sie für die ver-

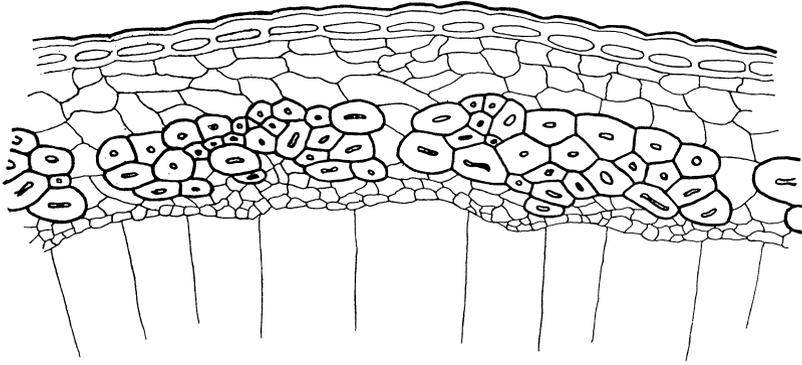


Abb. 23 e.

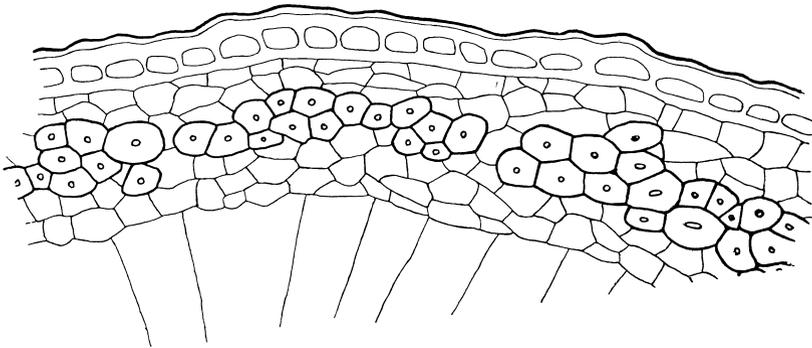


Abb. 23 f.

schiedenen Flacharten und Sorten schwankt, ist sie auch innerhalb der einzelnen Pflanze von verschiedenem Wert, wie das die folgende Tabelle zeigt:

	Mittlere Länge der Faser mm	Minimum mm	Maximum mm
am Grunde	13,3	2,5	42
im untersten Teil	27,3	3	85
im mittelsten Teil	32,6	4	95
im obersten Teil	38,5	4	120

Hieraus ergibt sich mit Deutlichkeit der ungleiche praktische Wert der Einzelfaser und dementsprechend auch der Rohfaser aus den verschiedenen Stengelhöhen.

Es besteht weiter ein sicherer Zusammenhang zwischen der Länge der Einzelfaser und der Länge und Dicke des Stengels, wie das die folgende Tabelle zeigt.

Stengel der gleichen Dicke	Mittlere Länge der Faser		
	unterster Teil mm	mittelster Teil mm	oberster Teil mm
kurz	25,4	28,2	30,6
lang	29,4	35,3	46,5

Stengel der gleichen Länge	Mittlere Länge der Faser	
	mittelster Teil mm	oberster Teil mm
dünn	30,4	34,9
dick	33,8	42,9

Über die Dicke der Faser (Durchmesser) belehren weitere Tabellen, die, wie die vorhergehenden, Tammes (1923) entnommen sind.

Dicke über $\frac{1}{4}$ der Höhe 1,27 mm		Dicke über $\frac{1}{4}$ der Höhe 4,70 mm	
Abstand von den Keimblättern	Mittlere Dicke der Fasern	Abstand von den Keimblättern	Mittlere Dicke der Fasern
0,5 mm	36 μ	0,5 mm	99 μ
0,5 cm	33 μ	0,5 cm	89 μ
1 ..	28 μ	1 ..	82 μ
2 ..	26 μ	2 ..	72 μ
4 ..	25 μ	4 ..	62 μ
12 ..	22 μ	10 ..	53 μ
15 ..	22 μ	25 ..	47 μ
21 ..	21 μ	30 ..	46 μ
24 ..	20 μ	35 ..	47 μ
30 ..	20 μ	57 ..	45 μ
40 ..	20 μ	71 ..	37 μ
55 ..	19 μ	81 ..	30 μ
75 ..	19 μ	114 ..	17 μ

Das Verhältnis von Länge zu Dicke der Faser erweist sich als sehr wechselnd. Am Stengelgrunde sind die Fasern am kürzesten und am dicksten, an der Spitze kommen die längsten und dünnsten Fasern vor. Die längsten Stengel aber, die im allgemeinen auch stärker werden, haben die längsten und zugleich stärksten Fasern, die kürzeren Stengel die kürzesten und dünnsten. In der ganzen Kultur herrscht also zwischen den beiden Merkmalen das umgekehrte Verhältnis wie am einzelnen Stengel.

Es erübrigt noch, einzugehen auf die Unterschiede der Faserbündel bei den im Anbau in Betracht kommenden Sorten. Nach oben gegebenen Darstellungen empfiehlt es sich gegenwärtig, den Fasertyp und den Öltyp als zwei getrennte Gruppen zu unterscheiden, deren verschiedenartige praktische Bewertung schon äußerlich in der Gestaltung erkennbar, aber auch innerlich durchaus zu begründen ist. Der

tiefer und kräftiger verzweigte Öltypus verhält sich, abgesehen von gewissen Einflüssen des Standraums, grundsätzlich etwas anders als der höhere, dünnere und weiter oben weniger verzweigte Fasertypus. Die Fasern der besten Fasertypen sind in gleichmäßig umrissenen, breiten und verhältnismäßig tiefen Bündeln (die Tiefe in der Richtung des Radius auf dem Querschnitt gemeint) angeordnet. Ihre Einzelfasern sind scharfkantig auf dem Querschnitt, die Verholzung tritt auch in den Zwickeln wenig oder gar nicht auf. Schlechtere Fasertypen oder Öltypen haben auf dem Querschnitt ungleichmäßiger umrandete zackige und häufig auch lockerere Bündel, deren einzelne Fasern im Querschnitt eher rundlich sind und infolgedessen weniger eng aneinander stoßen. Das sind Unterschiede, die sich deutlich als solche von Rassenwert erweisen, ohne daß äußere Erscheinung der Stengel mit dem inneren Bau (und Fasertypenwert!) Hand in Hand zu gehen braucht (Tobler [1921, 1], Bonanno u. Riccardo [1923]). Darüber geben die beigefügten Abbildungen am besten Auskunft. Aus ihnen läßt sich ohne weiteres schon erkennen, wie bei der Herauslösung der Fasern aus den Stengeln die Bündel der guten Fasersorten glatter und einheitlicher zu gewinnen sind, während es bei den schlechteren weit schwerer fällt, die anhängenden Gewebe zu beseitigen und dabei sehr viel leichter eine Zersplitterung der Bündel oder Bänder erfolgt. Eine ähnliche Erscheinung und Abweichung bringen aber wiederum auch die Standweiten bei derselben Sorte hervor: Flachs mit größerem Standraum (bei geringerer Aussaatmenge pro Hektar) erhält struppiges Aussehen in der Verarbeitung (Tobler 1927). Aus dem gleichen Grunde, wie die am Grunde aller Flachsstengel auftretenden, im Einzelquerschnitt größeren und lockerer gelegenen Fasern praktisch geringer sind oder keinen Wert besitzen, sind auch von schlechteren Typen schwerer gute bandartige Fasermassen zu gewinnen. Außerdem schwanken aber die Wanddicken und Querschnittsgrößen der einzelnen Fasern ebenso wie die Längen bei den Typen und Sorten. So gehört der russische Steppenflachs (Samaria) an sich zum Fasertyp, wie das Übersichtsbild (Abb. 23c) lehrt, seine Faserlängen bleiben indessen mit nur 5—6 mm weit hinter andern zurück. Man erhält aus dieser ganzen anatomischen Unterscheidung über die ein gutes Querschnittsbild schwächerer und stärkerer Vergrößerung Aufschluß geben kann, sofort wichtige Fingerzeige für die praktische Bewertung. — Die Festigkeit der Einzelfaser hat beim Flachs im allgemeinen eine ausgesprochene Beziehung zur stofflichen Beschaffenheit und gestaltlichen Ausbildung der Wände: die völlig unverholzte, dickwandige Faserzelle ist im allgemeinen die festeste. Daneben ergibt die Zusammenfügung der Fasern und ihr Umriß, wie er sich auf den Querschnittsübersichten (Abb. 23) darstellt, einen ebenso deutlichen Hin-

weis auf die Verbundfestigkeit, und beide Festigkeiten zusammen sind ein wichtiger Ausdruck für die Güte des Fasertypus.

B. Die einzelne Faserzelle.

Die in ihrer Form bereits oben erwähnte einzelne Bastfaserzelle des Flachses geht nach unseren gegenwärtigen Kenntnissen aus Anlagen am Vegetationspunkt des Stengels hervor, wo sie, botanisch gesprochen, ausschließlich primären Ursprungs in der später gefundenen Form und Zahl bereits außerhalb der dem Kambium vorgelagerten Nährstoff leitenden Zellen in Gruppen sich findet. Dabei sind sämtliche später auftretenden Faserzellen von Anfang an einheitlicher Art und nicht etwa in ihrer späteren Gestalt durch Verschmelzung mehrerer entstanden, wie man das früher gelegentlich annahm. Die Faserzelle wächst erheblicher als andere Elemente in der Umgebung in die Länge und bekommt so die bekannte röhrenförmige, an beiden Enden zugespitzte Gestalt mit einer mehr oder weniger verdickten Wandung. Der Umriß des Querschnitts der Einzelzelle ist dabei in hohem Grade abhängig von der gegenseitigen Beeinflussung der zu einem Bündel zusammengelagerten Fasern, also Unterschieden nach Art und Sorte unterworfen. Die Regelmäßigkeit des Verlaufs der Wandverdickung ist größer in den oberen und mittleren, am geringsten in den unteren Teilen des Stengels, sehr auffallend wird die Unregelmäßigkeit in den Faserzellen der Wurzel und des Achsenteils unter den Keimblättern. Im allgemeinen und ohne Rücksicht auf die (nach Tammes 1907) zu beobachtenden Unterschiede zwischen einzelnen Kulturen erscheinen die Fasern am Grunde des Stengels im Querschnitt abgerundet, eiförmig oder geradezu in radialer Richtung zusammengepreßt, auch enden hier die langen Spitzen meist rundlich. Im mittleren Teil des Stengels sind die Querschnitte scharf vieleckig, die Zellenden scharf zugespitzt. Im oberen Stengelteil tritt wieder eine gewisse Abrundung des Faserquerschnittes ein, auch treten unregelmäßige, einspringende Ecken auf. In der Nähe der Kapsel treten die Fasern wieder eng zusammen und werden scharf vieleckig. Neben diesen Unregelmäßigkeiten des Querschnittes sind aber auch im Längsverlauf Abweichungen zu verzeichnen: Es treten Erweiterungen auf in größeren oder kleineren Zwischenräumen, so daß dementsprechend der Querschnitt an verschiedenen Stellen einen ungleichen Hohlraum der Faser zeigen muß.

Im jugendlichen Zustand ist die Faserzelle noch dünnwandig, sie wird erst durch nachträgliche Verdickungsschichten, als Hauptmasse der späteren Wandung, zu ihrer besonderen Gestalt übergeführt. Dauernd bleibt die ursprüngliche Wandung als sogenannte Mittel-lamelle deutlich zu erkennen: Sie hebt sich bei den stark verdickten vieleckigen Fasern der meisten gut gebildeten Bündel als eine scharfe

Grenzlinie ab und weist nicht selten an den Ecken, wo mehrere Zellen zusammenstoßen, eine gewisse zwickelartige Verdickung auf. Sie unterscheidet sich stofflich von den späteren Verdickungsschichten wesentlich. Sie besteht aus Pektinverbindungen, während die Verdickungsschichten Zellulose sind, soweit sie nicht in besonderen Fällen (s. S. 31) durch spätere weitere Veränderung und Einlagerung von Ligninverbindungen wiederum abweichen. Diese Unterschiede sind wichtig, weil sie die Grundlage für den Vorgang der Röste bilden, wobei zu beachten ist, daß die Pektinlamellen auch zwischen den Bastfasern und den sie umgebenden Grundgewebszellen ähnlich vorhanden sind, aber wiederum mit gewissen stofflichen Unterschieden oder verschiedenem Pektingehalt hier wie dort vorkommen. Daß die Trennung zwischen Pektinlamelle und Verdickungsschicht immer eine verhältnismäßig leichte bleibt, ist bisweilen zu erkennen. Am Grunde setzt sich ja die trennende Schicht zwischen zwei jugendlichen Fasern schon aus zwei getrennten Lamellen zusammen, die auch später voneinander spaltbar sind. Man hat nicht mit Unrecht die Zellulosewand jeder einzelnen Faserzelle sich vorzustellen als in einer Pektinlamellenhülle steckend. Wird die Faser aus dem gerösteten Flachs wirklich zur Einzelzelle isoliert, so ist von der Pektinlamelle meist nichts mehr zu erkennen. Was die Ausbildung der Verdickungsschichten betrifft, so ist ihre Schichtung in verschiedenen Fällen ungleich gut zu sehen, was nicht allein von der Dicke des untersuchten Querschnitts abzuhängen braucht. Wo sie zutage tritt, erscheint die Schichtung auf dem Querschnitt als ein Gefüge konzentrischer heller Ringe mit dunklen trennenden Linien. Es ist wahrscheinlich, daß dies verschiedenartige Aussehen der Schichten auf ungleichen Wassergehalt zurückgeht. Man kann sie durch Quellungsmittel unter Umständen deutlicher machen, wobei dann im Übergang zur Auflösung Schichtungen zutage treten, die vorher unsichtbar waren. Hervorzuheben wäre noch, daß die Dicke der Schichten außerordentlich schwankt und daß die inneren Schichten bisweilen gefältelt, also scheinbar eingezwängt in die weiter nach außen liegenden Schichten, erscheinen. Daneben ist hervorzuheben, daß auf den Längsansichten der Faserzelle auch eine spiralförmige Streifung bemerkbar werden kann, die mit dem feinsten Bau der Zellulosemembran im Zusammenhang steht. Endlich ist noch als besonderer gelegentlicher Vorkommnisse, der sogenannten Verschiebungen zu gedenken (Abb. 24). Der Name der Erscheinung ist deutlich genug: Die Faser hat an den fraglichen Stellen anscheinend eine Knickung oder auch Bauchung erfahren und infolgedessen davon erscheinen, die Schichtung durchkreuzend, eigenartige Linien, die wie ursprünglich bestimmter Gestalt und Anordnung aussehen. Es ist nach längerem Streit darüber heute endgültig feststehend, daß diese Verschiebungen in der lebenden Faserzelle

nicht vorkommen, sondern Folgen mechanischer Behandlung sind. Als solche können sie sowohl durch die Präparation (das Schneiden mit feinen Messern), wie auch durch die technische Behandlung der Faser als eine Art von Verletzung der normalen Struktur hervorgerufen werden (Tammes 1907). Damit sind diese Verschiebungen zum wichtigen Erkennungsmittel der stattgefundenen Behandlung geworden und zweifellos in Verbindung zu bringen sind mit der Bewertung der Faser insofern, als mindestens die Einzelzellen an diesem Merkmal den eingetretenen Verlust an Festigkeit erkennen lassen (Tobler [1919] und ausführlich Müller [1921, 1]).

Für die Erkennung der näheren Struktur der Faser und vor allem die stofflichen Unterschiede darin muß man sich in vielen Fällen besonderer Hilfsmittel, Färbungen und anderer chemischer Reagentien

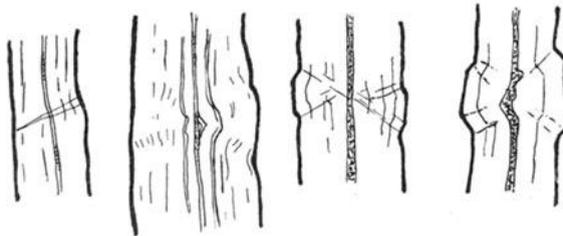


Abb. 24. Verschiebungen auf der Wand der Faserzelle (n. Tammes) 765mal.

bedienen. Es läßt sich beispielsweise die reine Zellulose der Verdickungsschichten nach Quellung in Kupferoxydammoniak und ebenso in Schwefelsäure erkennen. Die Mittellamellen (Pektinschicht) sind in Lösungen von Rutheniumrot und Methylenblau deutlicher erkennbar, auch bei Behandlung mit Jod-Jodkalium und verdünnter Schwefelsäure heben sie sich dadurch ab, daß die Verdickungsschichten gebläut werden. Erwähnung verdient noch der gleichfalls nur mit mikrochemischen Hilfsmitteln nachweisbare etwaige Inhalt der Faserzelle. Bis in ältere Stufen läßt sich noch Protoplasma und Kern nachweisen, selbst mehr als ein Kern kann gefunden werden, auch Stärke ist zu sehen. Eine Besonderheit ist das Auftreten eingekapselter Teile des Protoplasmas in Klumpen, die sich örtlich zusammenziehen und auf diese Weise die Faserzelle in mehrere teilen. Solche Bildungen kommen in den mittleren Teilen der Zellen und mehr in denen am Grunde der Stengel vor, wo die Fasern ja auch in der äußeren Form abweichend ausgebildet zu sein pflegen. Meist geht damit auch eine chemische Veränderung der Zellwand (Verholzung) Hand in Hand. Für mancherlei weitere Besonderheiten des Wachstums der Faserzellen sei im übrigen auf die Literatur (Tammes [1907], Correns [1892], Krabbe [1887]) verwiesen.

Die Glätte der Flachsfaser ist es übrigens, die ihren hervorragenden Glanz bedingt; die regelmäßige Zurückwerfung des Lichtes, also die

Beschaffenheit der äußeren Oberfläche, daneben das Gefüge der Wandungen und die Durchsichtigkeit der Fasermasse sind verantwortlich dafür (Herzog 1916). Die sogenannte Merzerisation bringt weitere Vorteile in dieser Richtung, glättet die Oberfläche noch mehr, läßt die Knoten und Risse verschwinden, macht die Faser damit seideähnlicher (Herzog 1919/20).

C. Länge und Festigkeit der Flachsfaser.

Zunächst ist hierbei zu unterscheiden zwischen der technischen Faser und der Einzelzelle (vgl. S. 29). Die technische Faser erreicht eine Länge bis zu 1½ m. Sie wechselt in den verschiedenen Zuständen, z. B. zwischen gebrochenem und gehecheltem Flachs, wobei der erstere natürlich größere Länge aufweisen muß. In einer Reihe von Angaben pflegt der gebrochene ägyptische Flachs besonders lang zu sein, belgischer und holländischer die gute Durchschnittslänge anzugeben, während in vielen Fällen die anderen, namentlich südost-europäische Flächse wesentlich an Länge zurückbleiben. Die Länge der Einzelfaser beträgt nach den gegenwärtigen Kenntnissen im unteren Stengelteil am häufigsten 5—10 mm, während die mittlere Faserlänge dort 13,3 mm beträgt. Im oberen Stengelteil ist eine mittlere Länge von 38,5 mm zu verzeichnen, während die häufigsten Längen 20—30 mm betragen. Für weiteres sei auf die Tabellen (nach Tammes 1907) verwiesen.

	Mittlere Länge der Faser mm		Minimum mm	Maximum mm		
an der Basis	13,3		2,5	42		
im unteren Stengelteil . .	27,3		3	85		
im mittleren Stengelteil .	32,6		4	95		
im oberen Stengelteil . .	38,5		4	120		
Länge der Faser in mm .	0—5	5—10	10—15	15—20	20—25	
Anzahl der Fasern	28	59	32	25	14	
Länge der Faser in mm .	25—30	30—35	35—40	40—45		
Anzahl der Fasern	11	7	1	2		
Länge der Faser in mm .	0—10	10—20	20—30	30—40	40—50	50—60
Anzahl der Fasern	8	27	31	19	22	18
Länge der Faser in mm .	60—70	70—80	80—90	90—100	100—110	110—120
Anzahl der Fasern	8	3	2	1	1	2

Für die Festigkeit ist gleichfalls zwischen der technischen und der Einzelfaser streng zu unterscheiden, da die Festigkeit der technischen Faser (Verbundfestigkeit) durchaus nicht allein von der Güte

der Einzelfaser, sondern auch von ihrer Form und der Zusammenfügung in Bündel abhängig bleibt (vgl. S. 28/29). Im übrigen ergibt sich die Festigkeit zunächst nach einer von Herzog (1919, 2) stammenden Tabelle:

I. Allgemeine Festigkeitsverhältnisse des Flachsstengels und seiner Bastfasern.

Stengelzone über Keimblättern in cm	Stengelfestigkeit		Reißlänge in km		Festigkeit einer Bastzelle in g
	in kg	Ungleichmäßigkeit in %	des Stengels	der Faser	
0—10	9,32	23,8	9,8	55,4	26,0
10—20	15,97	6,0	19,6	76,8	20,5
20—30	15,62	9,5	22,2	81,0	18,0
30—40	13,74	10,8	22,0	79,6	14,9
40—50	13,16	12,7	24,4	89,8	14,2
50—60	9,69	25,4	20,1	84,1	13,6
60—70	4,6	34,8	13,9	73,2	13,6

II. Einfluß der Stengeldicke auf die Festigkeit des Flachses.

Stengeldicke in mm	Gesamtbast in %	Stengelfestigkeit in kg	Reißlänge in km	
			des Strohes	der Faser
0,90—1,10	31,5	7,64	28,3	89,8
1,11—1,50	28,5	11,76	22,2	77,8
1,51—1,80	26,7	13,94	20,8	77,9
1,81—2,20	25,4	17,55	16,1	63,4

Einspannlänge 5 cm

Es ist aber wichtig, darauf aufmerksam zu machen, daß die Festigkeit der Flachsfaser durchaus abhängig ist von dem Feuchtigkeitsgehalt, d. h. je nach diesem wesentlichen Schwankungen unterliegt. Daß die Flachsfaser Wasser leicht aufnimmt und zurückhält, auch in feuchter Luft oder bei sonstiger Benetzung zu quellen vermag, ist bekannt. Namentlich in gehecheltem Zustande nimmt die Flachsfaser soviel Wasser leicht auf, daß zu ihrer Erhaltung und Prüfung in gleichmäßigem Zustand bekanntermaßen eine starke Entziehung des Wassers (durch Abtropfenlassen, Lufttrocknen, Quetschen oder künstliche Trocknung) notwendig erachtet wird. Die Zurückhaltung des Wassers findet dabei zunächst auf mechanischem Wege statt (etwa 60% der luftgetrockneten Faser). Der Rest des Wassers wird im Gewebe so fest gehalten, daß selbst starke künstliche Trocknung bei 100° durchaus nicht imstande ist, den Wasserrest zu beseitigen (Herzog 1920, 1). Gewisse Durchschnittszahlen sind daher ermittelt und als wichtig anzuerkennen, wenn eine einigermaßen gleichwertige Bewertung des Flachses durchgeführt werden soll. Das Flachsstroh hat (nach Herzog 1919, 3) nach dem Riffeln durchschnittlich 38,2%, der Röstflachs nach Rasenröste 55,5% und nach Wasserröste und dem ersten Trocknen in Puppen 51,4%,

nach längerer Lagerung noch 40,6% Wassergehalt. Daß im Zusammenhang hiermit auch die Festigkeit des Flachses einem Wechsel unterworfen ist, ist von besonderer Bedeutung. Im allgemeinen ist festzustellen, daß ein aus der Warmwasserröste kommender feuchter Flachsstengel weniger Widerstand gegen Zerreißen oder sonstige Beanspruchung bietet, als wenn der gleiche Stengel lufttrocken geprüft wird. Durchschnittlich beträgt der Festigkeitsverlust durch das Befeuchten $\frac{2}{3}$ der ursprünglichen Festigkeit (Herzog 1920, 2). Merkwürdig ist aber, daß für Flachsgarn die Unterschiede viel weniger auffallend sind, oder sogar in umgekehrter Richtung liegen. Es dürfte das seinen Grund wohl darin haben, daß im Flachsstengel eben die erwähnte Verbundfestigkeit, d. h. der Zusammenhang der Faser in Bündeln, von ausschlaggebender Bedeutung ist, während die Einzelfestigkeit der Faser oder geringer Zusammenhang von solchen maßgeblicher wird in einem Flachsgarn aus feineren Fasern (gehecheltem Material). In diesem kommt dann in der Tat im wesentlichen die Festigkeit der Einzelfaser zur Geltung. Daß im feuchten Zustand des Stengels die Festigkeit geringer erscheint, hat seinen Grund in der bereits oben (S. 30) erwähnten Quellung der Zellwand und besonders der pektinhaltigen Mittellamellen mit Wasser, wie das auch im lebenden Pflanzenkörper schon der Fall ist, sich aber beim Einlegen in Wasser während der Röste noch wesentlich steigert, während beim Trocknen die noch vorhandenen Pektinmengen, also bei einem guten Abschluß der Röste auch die Pektinlamellen innerhalb des Faserbündels, wieder erhärten und damit größere Festigkeit der Rohfaser ergeben. Wie Feuchtbleiben oder Feuchtwerden fertigen (Schwung-)Flachses durch Fortsetzung der Pektinzersetzung, insbesondere der der Lamellen zwischen den Fasern der Bündel, eine Herabsetzung der Festigkeit der (technischen) Faser bedingt, ist an anderer Stelle erwähnt (S. 217); diese Herabsetzung kann bis zu 25% in 14 Tagen erreichen (Ruschmann 1923, 2).

D. Wachstum und Bau der Flachspflanze in ihren Beziehungen.

Dem Praktiker ist hinreichend bekannt, daß der Flachs in den Kulturen je nach Art der Umstände von Aussaat und Wachstumsbedingungen in seiner Gestalt Verschiedenheiten aufweist. Einzelstehende Flachspflanzen erhalten — selbst vom feinsten Fasertyp — einen durch tiefe Verzweigung und größere Stengeldicke verhältnismäßig auffallenden Habitus (Abb. 7b). Nach Begründung solcher Beziehungen zwischen Entwicklung und Bau, insbesondere auch hinsichtlich des Standraums durch Havenstein (1874) hat sich vor allem Tine Tammes in Groningen durch Jahre mit den genauen Beob-

achtungen über diesen Gegenstand abgegeben (Tammes 1907 u. 1921). Voraussetzung für alle anzustellenden Vergleiche und Schlußfolgerungen aus auffallenden Befunden ist dabei in jedem Falle der Ausgang von einer einheitlichen Saat und die Wahl genügend großer Durchschnittsmengen, um wirklich Mittelwerte zu erhalten. Messen, Zählen und Wägen sind für solche Beobachtungen nur im Rahmen einer ausgedehnten Statistik brauchbar, die zur Klarlegung aller untersuchten Eigenschaften und schärfsten Umgrenzung der zu erfassenden Begriffe zwingt. Unzählige, scheinbar auffallende Besonderheiten sind in Einzelfällen ohne jeden wirklichen Wert für Schlußfolgerungen, wenn sie sich nicht in einen derartigen Rahmen eingefügt wissen. Im allgemeinen braucht man für alle ziffernmäßigen Angaben, die solcher Untersuchung unterliegen sollen, neben dem Durchschnitts- oder Mittelwert auch noch die Angabe des höchsten und des geringsten Wertes (Maximum und Minimum), um so die Grenzen des ziffernmäßigen Bereichs festzustellen. Es braucht nur angedeutet zu werden, in welchem Maße hier die Grundlagen für zu treibende Züchtung gegeben sind. Während dies an anderer Stelle er-

		Mittel	Minimum	Maximum
Länge der Stengel	{ guter Boden, dichter Stand	75,9 cm	48 cm	101 cm
	{ Sandboden, dichter Stand	61,4 ..	34 ..	90 ..
	{ guter Boden, weiter Stand	121,7 ..	79 ..	149 ..
	{ Sandboden, weiter Stand	91,5 ..	35 ..	133 ..
Länge der unverzweigten Stengelteile	{ guter Boden, dichter Stand	74,5 ..	60 ..	92 ..
	{ Sandboden, dichter Stand	67,5 ..	56 ..	80 ..
	{ guter Boden, weiter Stand	57,5 ..	21 ..	89 ..
	{ Sandboden, weiter Stand	43,5 ..	8 ..	76 ..
Dicke der Stengel am Grunde	{ guter Boden, dichter Stand	1,04 mm	0,53 mm	2,06 mm
	{ Sandboden, dichter Stand	0,86 ..	0,47 ..	1,37 ..
	{ guter Boden, weiter Stand	6,05 ..	3,30 ..	9,40 ..
	{ Sandboden, weiter Stand	3,74 ..	0,80 ..	6,00 ..
Dicke der Stengel auf halber Höhe	{ guter Boden, dichter Stand	0,91 ..	0,45 ..	1,83 ..
	{ Sandboden, dichter Stand	0,74 ..	0,43 ..	1,23 ..
	{ guter Boden, weiter Stand	4,04 ..	2,50 ..	5,40 ..
	{ Sandboden, weiter Stand	2,78 ..	0,60 ..	4,70 ..
Anzahl der Früchte	{ guter Boden, dichter Stand	1,17	1	8
	{ Sandboden, dichter Stand	1,03	1	4
	{ guter Boden, weiter Stand	114,5	24	270
	{ Sandboden, weiter Stand	34,5	1	93
Dicke der Früchte	{ guter Boden, dichter Stand	6,87 mm	4,33 mm	7,83 mm
	{ Sandboden, dichter Stand	6,53 ..	3,06 ..	7,78 ..
	{ guter Boden, weiter Stand	6,95 ..	5,69 ..	7,84 ..
	{ Sandboden, weiter Stand	6,85 ..	5,10 ..	7,55 ..
Länge der Samen	{ guter Boden, dichter Stand	4,28 ..	3,45 ..	4,85 ..
	{ Sandboden, dichter Stand	4,098 ..	3,05 ..	4,45 ..
	{ guter Boden, weiter Stand	4,15 ..	3,80 ..	4,65 ..
	{ Sandboden, weiter Stand	4,17 ..	3,70 ..	4,45 ..
Breite der Samen	{ guter Boden, dichter Stand	2,25 ..	1,80 ..	2,55 ..
	{ Sandboden, dichter Stand	2,19 ..	1,70 ..	2,50 ..
	{ guter Boden, weiter Stand	2,25 ..	2,00 ..	2,55 ..
	{ Sandboden, weiter Stand	2,23 ..	1,90 ..	2,50 ..

	Arithmetische Mittel	
	Anzahl der Samen per Frucht	Gewicht der Samen mg
Guter Boden, dichter Stand	6,28	4,77
Sandboden, dichter Stand	5,48	3,56
Guter Boden, weiter Stand	9,09	4,76
Sandboden, weiter Stand	8,78	4,60

örtert werden wird, soll hier nur auf die festgelegten physiologischen Tatsachen, Befunde von Beziehungen zwischen Ernährung und Ausmaß, hingewiesen werden.

In einer Reihe von klassischen Darstellungen hat Tammes ferner mitgeteilt, wie groß in einer Kultur die Zahl der Individuen ist, die bestimmte Maße aufweisen. Der Abstand der Kurve von der horizontalen Linie gibt jeweils an den Prozentsatz von Individuen mit dem auf der Grundlinie angegebenen Maßwert. In jeder Figur sind vier Kurven gegeben für die gleiche Eigenschaft: die beiden oberen beziehen sich auf den dichten Stand, die unteren auf den weiten, die Sandkulturen sind durch punktierte Linien, die auf gutem Boden durch ausgezogene Linien dargestellt (Tammes 1924).

Aus den Tabellen und Kurven ergibt sich zunächst, daß für keine Eigenschaft die Individuen in der gleichen Kultur gleichmäßig ausfallen. Günstige und ungünstige Umstände wirken auf jedes einzelne Individuum wechselnd zu verschiedenen Zeiten ein und bewirken daher stets Variationen innerhalb der gleichen Kultur und der allgemeinen Gesamtbedingungen. Dabei sind die durch besonderes Maß groß wie klein auffallenden Individuen begrifflicherweise stets in der Minderzahl, womit sich das Ansteigen und Wiederfallen der Kurve erklärt. Aus den Tabellen und Kurven ergibt sich weiter, daß die größere Fruchtbarkeit des Bodens und Vergrößerung des Standraums in derselben Richtung auf die verschiedenen Eigenschaften wirken: Maß und Zahl der Organe nehmen durch beide zu. Nur in einem Fall wirken sie in entgegengesetztem Sinne, nämlich bei der Länge des unverzweigten Stengelteils, einer Eigenschaft von großer Bedeutung für die Praxis. Bei Vergleich der Mittelwerte der vier Kulturen fällt es tatsächlich auf, daß der unverzweigte Stengelteil bei den weitstehenden Pflanzen kürzer ist. Trotzdem die Pflanzen größer sind, beginnt die Verzweigung wesentlich tiefer am Stengel. Über die Folgerungen hieraus für die Aussaat wird an anderer Stelle berichtet.

Im allgemeinen übertrifft der Einfluß des Standraums den des Bodens, und zwar besonders bei der Anzahl der Früchte. Auch das ist in der Praxis wohl bekannt, daher wird zur Samengewinnung, etwa in Argentinien oder Südrußland, der Flachs im allgemeinen weniger dicht gesät als bei uns.

Ungleich ist der Einfluß der beiden Faktoren auf die verschiedenen Eigenschaften. Während die Eigenschaften des Stengels (Länge, Dicke, Anzahl der Verzweigungen) sehr empfindlich sind für verschiedenen Boden und Standraum, ist das weniger der Fall bei den Eigenschaften der Frucht und des Samens. Es stimmt das gut überein mit dem allgemeinen Verhalten der vegetativen Organe (Blatt, Stengel, Wurzel) verglichen mit den generativen (Blüte, Frucht, Samen): die letzteren sind weniger von den äußeren Umständen abhängig.

Daß ein sicherer Zusammenhang zwischen den verschiedenen Eigenschaften (Korrelation) besteht, kann aus allem Mitgeteilten geschlossen werden.

Untersuchungen über den Einfluß von Düngemitteln oder einzelnen chemischen Elementen auf den Gang der Entwicklung der Einzelfaser und die Ausbildung der Wände oder aber auch auf die Ausbildung der Bündel sind noch im Entstehen begriffen. Zwar hat Hecker (1897) bereits festgestellt, daß Chilisalpeter mäßige Verdickung der Faserwände hervorruft, aber das Bild dürfte wesentlich verwickelter sein, als es damals den Anschein hatte. Meine eignen, noch nicht vollendeten Untersuchungen in durch Jahre wiederholten Kulturen mit Ausgang von gutem und ausgeglichenem Material deuten schon jetzt einen wichtigen Einfluß des Kalis auf die Fasern an: nicht auf weitestgehende Verdickung der Wände, die durchaus nicht als das Wichtigste zu gelten hat, sondern auf die geeignete Lagerung der Fasern in den Bündeln und deren Lage in der Rinde, ihren Umfang, ihre Form, kurzum jene Eigenschaften, denen eine Bedeutung für die technische Faser und ihre Gewinnung zukommt. Wenn man im Handel von „leichtem“ und „schwerem“ Flachs spricht, so liegt dieser Unterscheidung nach dem (scheinbaren) spezifischen Gewicht (Herzog 1921, 2) eine ähnliche Trennung zugrunde: der leichte Flachs hat verhältnismäßig breitere, etwas weitere und gegen einander abgerundete Faser, der schwere dagegen schmalere, engere und eckiger gegen einander anliegende. Die Trennung der Faserzellen voneinander dürfte vielleicht bei dem ersteren leichter vor sich gehen, der letztere aber wieder mehr zur „Bänder“-Bildung neigen. Es leuchtet indessen ein, daß hierbei das Gesamtwachstum in erster Linie berücksichtigt werden muß, und daß kräftiges Wachstum der ganzen Pflanze nichts mit der Ausbildung guter technischer Faser zu tun haben muß.

E. Gestalt und Bau im Hinblick auf die Züchtung.

Als wichtigste Grundlagen für die Erbllichkeitsforschung und Züchtung beim Flachs seien aus den vorangestellten morphologischen und anatomischen Angaben folgende zusammenfassend wiederholt (vgl. Davin und Searle 1925). Es kann nicht gesagt

werden, daß die Hauptursachen, für die Erzeugung von Qualitätsfasern schon vollkommen klar liegen. Doch stehen als wichtig fest die Merkmale kleiner Durchmesser und kleiner Hohlraum der Einzelpflanze in Verbindung mit dichter Gruppierung der Fasern in Bündeln. Gegenstand aller Untersuchungen sind einerseits Fasermengen in Beziehung zu inneren und äußeren Merkmalen, die Eigenschaften der Faser nach Zahl, Größe, Gruppierung, andererseits Beschaffenheit der Samen mit ihren Beziehungen zu anderen Merkmalen der Pflanze und ihre Beziehung untereinander, sowie endlich die Erbllichkeit aller wichtigen Faktoren. Als sicher erblich sind erwiesen: Variationen in Blütenfarbe, Blütezeit, Faserprozentgehalt, Länge des unverzweigten Stengels, Widerstandsfähigkeit gegen Krankheiten (wobei aber die anatomischen Unterlagen noch fehlen) und vermutlich auch die Zahl der Samen in der Kapsel. Von Beziehungen der Merkmale untereinander (Korrelation) sind sicher bekannt: Blaublütigkeit vereinigt sich mit früher Reifezeit, Stengel­länge, Fasergehalt und hoher Samenzahl, Weißblütigkeit mit geringerer. Undeutlich ist die Beziehung zwischen Fasergehalt und äußeren Merkmalen: Längere Stengel haben meist zahlreiche Fasern von geringerem Durchmesser, dickere Stengel, zahlreiche breite Fasern. Lange Stengel haben abgerundete dichte Faserbündel (was für die Aufbereitung ein Vorteil ist). Dickenzunahme des Stengels und Zunahme des Fasergehalts sind nicht proportional.

Eine besondere Bedeutung besitzt die anatomische Betrachtung des Flachsstengels noch hinsichtlich der Vorgänge bei der Aufschlie­ßung (Davis 1923, 2). Zunächst steht fest, daß Gleichmäßigkeit des gesamten Strohmaterials für den Ablauf der Röste größte Bedeutung besitzt, weil jede Differenz Unterschiede in ihrem Verlauf bedingen kann. Die Röste schreitet vom Kambium gegen die Außenseite des Stengels vor. Infolgedessen ist die Reihenfolge, in der die Gewebeteile der Rinde geröstet werden, abhängig von ihrer Lage zum Kambium, sie ist es aber in gleichem Maße von der Beschaffenheit und dem Umfang der Pektin­lamellen in den verschiedenen Geweben. Zunächst werden im allge­meinen die Blattreste, dann die Kutikula und endlich die Faserbündel abgelöst von den übrigen Geweben der Rinde. Der Fortschritt dieser Auflösung ist bei der bekannten Knickprobe und dem Versuch des Ab­ziehens der Rinde vom Holzkörper eines röstenden Stengels am sichersten dann zu bemerken, wenn man auf die Widerstände an den Blattnarben achtet. Danach und daneben stellt die Abspülmöglichkeit der Oberhaut von der Rinde eine weitere wichtige Probe vor.

II. Der Flachs in der Landwirtschaft.

Drittes Kapitel.

Die Züchtung des Flachses.

(G. Bredemann.)

In Deutschland wurde nach einigen früheren vorläufigen Ansätzen die züchterische Bearbeitung des Flachses während oder nach dem Kriege lebhaft aufgenommen, angeregt durch den damals mächtig zunehmenden Flachsbau und durch die Forderung der Industrie nach Qualitätsware. Besonders die Flachsindustrie war es, die immer wieder die Wichtigkeit betonte, einen Qualitätsflachs zu schaffen, d. h. einen Flachs, der in erster Linie eine nach Güte und Menge höchstwertige Faser liefere.

Den flachsbauenden Landwirt interessiert diese Frage einstweilen weniger, weil er seinen Flachs noch nicht nach Fasergehalt und Faserbeschaffenheit bezahlt bekommt, sondern nach Strohgewicht neben äußerer Beschaffenheit des Strohes. Dem flachsbauenden Landwirt kommt es also bis dahin in erster Linie auf einen möglichst hohen Strohertrag an und, um die Rente zu erhöhen, gleichzeitig auf einen möglichst hohen Samenertrag. In genannten Richtungen bewegten sich auch die Zuchtziele der Züchter.

Anfangs richtete man das Augenmerk besonders auf die Schaffung von Typen mit hohem Strohertrag. Aber sehr bald gesellten sich weitere wichtige Zuchtziele hinzu. Deren praktisch bedeutungsvollste sind jetzt fraglos: neben hohem Strohertrag gleichzeitig hoher Samenertrag bei kurzer, hochansetzender Verästelung, gute Lagerfestigkeit, hoher Fasergehalt verbunden mit guter Faserbeschaffenheit und genügende Frühreife. Dazu kommen dann noch als weitere Gesichtspunkte besonders: Feinstengeligkeit, hoher Ölgehalt der Samen, rasche Jugendentwicklung, Dürrewiderstandsfähigkeit und als sehr wichtiges Ziel endlich noch Widerstandsfähigkeit gegen Krankheiten. Das erste Zuchtziel, Langstengeligkeit allein, ist rasch und sicher ohne besondere Schwierigkeiten durch Selektion zu erreichen, aber meist nur auf Kosten der Lagerfestigkeit. Und eine gute Lagerfestigkeit, die Vorbedingung für eine gute „Ertragstreue“¹ ist, dürfte wesentlicher sein

¹ Siehe Bredemann, G.: Jahresbericht des Instituts für Pflanzenzüchtung der Preuß. Landw. Versuchs- und Forschungsanstalten in Landsberg (Warthe) 1925/6. Landw. Jahrb. Bd. 64, Erg.-Bd. I, S. 120. 1926.

als besondere Langstengeligkeit. Das haben uns die letzten niederschlagsreichen Jahre zur Genüge gezeigt.

Das weitere Zuchtziel, mit hohem Strohertrag einen hohen Samen-ertrag zu verbinden, also sog. Stroh-Samen-Typen zu schaffen, ein Zuchtziel, das für die Rentabilität und damit für die Hebung des Flachsbau- es besonders bedeutungsvoll ist, ist durch einfache Auslesezüchtung schon ganz erheblich schwieriger zu erreichen. Im allgemeinen sind langstengelige Faserflächse ja arm an Samen und kurzstengelige samen- reicher. Aber dies ist keine stets vorhandene Wechselbeziehung, und wenn man mit einem großen Auslesematerial arbeitet und Glück hat, wird man Stämme isolieren können, die beides, hohen Strohertrag und hohe Samenausbeute, miteinander ziemlich weitgehend verbinden, und zwar ohne daß letztere eine unerwünschte lange Verästelung des Stengels bedingt. Der von Lochowsche Stamm 7 ist ein solcher Stroh-Samen-Typ. Ob das bei ihm vorhandene für den Flachsbauer sehr günstige Verhältnis von Stroh : Samen sich durch Selektions- züchtung aus vorhandenen Landsorten sehr wesentlich nach beiden Richtungen hin gleichzeitig erhöhen läßt, scheint nach eigenen, mit einer sehr großen Anzahl von Auslesen aus heimischen und ausländi- schen Flächsen aller Art gemachten Erfahrungen recht schwierig zu sein. Aussichtsreiche Wege eröffnet da aber zielbewußte Kombi- nationszüchtung, etwa Kreuzung guter Faserflächse untereinander oder mit Öflächsen bzw. mit sog. Zwischentypen. Bei richtiger Kombi- nation reiner Linien von Faserflachs mit solchen von Öflachs oder von sog. Zwischentypen — die wohl aus natürlicher Bastardierung von Faser- mit Öflachs hervorgegangen sein dürften —, lassen sich aus eigenen Erfahrungen in den Folgegenerationen ganz hervorragend wüchsige, lagerfeste und samenreiche Nachkommen mit besonders großen und ölreichen Samen erzeugen. Auch zur Züchtung auf Dürrewider- standsfähigkeit erscheint die Kreuzung mit dem dürrewiderstands- fähigerem Öflachs aussichtsreich. Es bedarf aber noch einer genauen Prüfung der wichtigen Frage nach der Vererblichkeit des Fasergehaltes und der Faserbeschaffenheit, denn bekanntlich sind Öflächse sowohl in Fasergehalt wie in Faserbeschaffenheit minderwertiger. Bei unseren langjährigen — bisher unveröffentlichten — Versuchen über die Ver- erbbarkeit des Fasergehaltes bei der Nessel (*Urtica dioica*) wurde der Fasergehalt als fraglos „mendelnder Faktor“ erkannt: Bei Kreuzung faserreicher Weibchen mit faserreichen Männchen wurden vorwiegend wieder faserreiche, häufig sogar erheblich faserreichere Nachkommen erzielt, bei Kreuzung derselben Weibchen mit faserarmen Männchen dagegen deutlich faserärmere Nachkommen.

Die technisch wichtigen Zuchtziele: Erhöhung des Fasergehaltes und ebenfalls gleichzeitige Verbesserung der Faserqualität sind selbst-

verständlich gebührend zu berücksichtigen. Das ist praktisch etwas schwieriger zu verfolgen. Da man ja einer Flachspflanze nicht ansehen kann, ob sie viele und gute Fasern enthält, muß jeder einzelne gute Stamm technisch untersucht werden. Diese Untersuchung kann aber erst einsetzen, wenn man die Stämme schon so weit vermehrt hat, daß man etwas größere Flächen feldmäßig mit ihnen bestellen kann, d. h. der erfolgten Auslese nach den genannten äußeren Gesichtspunkten muß erst eine zwei- bis dreijährige Vermehrung der Eliten folgen, ehe sie technisch auf Fasergehalt und Faserbeschaffenheit zu prüfen sind. Ungünstigenfalls kann man dabei erleben, daß der äußerlich beste Stamm geringste Fasermenge und Qualität aufweist, also von der Zucht auszuschneiden wäre. Ganz so schlimm scheint es in der Praxis allerdings nicht zu sein. Es scheint vielmehr, daß Züchtungsstämme, also (ungefähr) reine Linien, im allgemeinen höheren Fasergehalt und bessere Faserqualität aufweisen als die Population, aus der sie entstanden sind, wie ja auch durchaus verständlich.

Genügende Frühreife ist aus betriebswirtschaftlichen Gründen wichtig. Erstrebenswert ist eine solche Frühreife, daß der Flachs noch vor der Roggenernte gerauft werden kann. Das wird jedoch eine sehr frühzeitige Aussaat voraussetzen, die ja auch erfahrungsgemäß in jeder Beziehung empfehlenswert ist, aber häufig nicht innegehalten wird oder nicht innegehalten werden kann. Auch unsere gegenwärtig frühesten Flächse erreichen nur bei frühzeitiger Aussaat die Raufreifavor der Roggenernte. Züchtung auf extreme Frühreife dürfte jedoch nicht allgemein empfehlenswert sein, weil extrem frühe Sorten in Gebieten oder Jahren mit niederschlagsarmen Vorsommern ihre Entwicklung frühzeitig abschließen und ertragsarm bleiben werden. Auch zum Anbau als „Spätlein“, der unter Umständen notwendig werden kann, sind genügend frühreife Sorten wichtig, damit noch eine ausreichende Reife erzielt wird. Nach eigenen Erfahrungen besteht zwischen Blütenfarbe und Reifezeit keine sichere Wechselbeziehung, jeden falls kann nicht gesagt werden, daß Blaublütigkeit sich mit früher Reifezeit vereinigt und umgekehrt. Man findet in Population von Handelsherkünften sowohl blaublühende als auch weißblühende sehr frühe und sehr späte reine Linien. Ihre Häufigkeit hängt naturgemäß sehr von der Ausgangssorte ab. So werden z. B. bei Auslese aus weißer holländischer Handelssaat späte weißblühende Linien überwiegen, während aus z. B. russischer Handelssaat, die ja selten ganz reinblütig ist, neben frühen blaublühenden auch späte und ebenso frühe und späte weißblühende Linien und alle Zwischenstufen isoliert werden können.

Über die Technik der Flachsziichtung

verdanken wir Fruwirth¹ eine ziemlich eingehende Darstellung. Meist ist bislang wohl einfache Auslesezüchtung getrieben, wenigstens sind alle in Deutschland gegenwärtig im Handel befindlichen Sorten durch Selektion aus Landsorten entstanden. Man wird dabei im allgemeinen so vorgehen, daß man die Auslese aus dem Feldbestand zunächst nach äußeren Gesichtspunkten vornimmt — mit oder ohne Einschluß der Blüten —, die Auslesepflanzen im Laboratorium ohne viel Messungen und Wägungen dann einer nochmaligen kritischen Auslese unterzieht und im nächsten Jahre in gleichen Abständen voneinander im Zuchtgarten auslegt etwa in 20 cm Reihentfernung und 5 cm Abstand der Einzelpflanzen voneinander. Bei diesem Abstand ist ein vorläufiger Vergleich der einzelnen Linien untereinander möglich, und entwickeln sich die Einzelpflanzen so kräftig, daß sie reichliche Samenmengen ergeben, was natürlich im Interesse einer möglichst raschen Vermehrung erwünscht ist. Die bei diesem weiten Stand unter Umständen verheerend wirkenden Erdflöhe bekämpft man wirkungsvoll durch regelmäßiges Wegfangen. Man zieht hierzu ein an einer Stange befestigtes Tuch, das auf einer Seite mit einem Gemisch aus gleichen Teilen Sirup und Petroleum bestrichen ist, langsam flach über die jungen Pflänzchen hinweg. Daneben verringert dauerndes Feuchthalten des Bodens die Befallsgefahr, evtl. häufiges Begießen mit 2proz. Karbolwasser. (Bredemann 1923.) Alle im Handel befindlichen Erdflöhmittel bewährten sich weniger, teils beschädigen sie die jungen Pflanzen, teils werden sie durch Regen schnell unwirksam².

An der Ernte des ersten Linienanbaues viele Messungen und Wägungen vorzunehmen, wird man sich ersparen können, weil bei ihr erbliche Anlagen nicht mit genügender Schärfe zu erfassen sind. Es genügt Auslese nach äußeren Merkmalen. Im zweiten Jahr vermehren wir die besten Linien durch gleichmäßige, aber möglichst weitläufige und dünne Aussaat auf dem Felde, um einen möglichst hohen Samen-ertrag zu gewinnen, in 20 cm Reihenabstand, 2,5 g Saat je Quadratmeter, mit der Hand in die vorher gezogenen Rillen gelegt. Dabei baut man am besten alle blaublühenden Stämme in einer gesonderten und alle weißblühenden in einer anderen Gruppe an, um mögliche gegenseitige Bestäubung (s. u.) auszuschalten. Auch bei diesen Vermehrungen ist eine Beurteilung nach äußeren Gesichtspunkten, bei sehr gleichmäßigem Stande unter Umständen auch nach Ertragsgewicht, und Ausscheidung nicht befriedigender Stämme ganz gut möglich. Ebenso wird man in diesen Vermehrungen schon orientierend mit der quantitativen Ermitt-

¹ Fruwirth C.; Handbuch der Pflanzenzüchtung. Bd. 3, Die Züchtung von Kartoffeln, Erdbirne, Lein usw. 5. Aufl. Berlin: Paul Parey 1924.

² Vgl. auch Seite 189.

lung des Fasergehaltes beginnen können, muß natürlich möglichst gleichmäßiges Material dazu verwenden. Im dritten Jahre erfolgt dann die erste eigentliche Stammesprüfung in feldmäßigem Anbau auf kleinen 1,20 m breiten möglichst langen Parzellen (Methode Zade) in 4—6facher Wiederholung nach den Grundsätzen der v. Rümkerschen Methode: gleiche Anzahl triebfähiger Samen auf die Flächeneinheit. Wir drillen dabei in 16 oder auch 18 cm Reihentfernung bei einer mittleren Aussaatmenge von 100 kg/ha. Erst die Ernte dieser wird, nachdem vorher auf dem Felde sorgfältigste Bonitierung stattgefunden hat, von uns im Laboratorium genau untersucht nach Länge und Dicke der Stengel, Verästelung, Kapselzahl und -gewicht, Fasergehalt, Größe und Ölgehalt der Samen, Krankheitsbefall und sonstigen evtl. noch zu beachtenden weiteren Gesichtspunkten. Auch zur ersten fasertechnischen Untersuchung, die am besten einem Fachinstitut überlassen wird, und die später, wenn erst größere Vermehrungen vorliegen, vorteilhaft durch richtige fabrikatorische Ausarbeitungsversuche ergänzt wird, reicht die Stengelernte dieser kleinen Stammesprüfungen im allgemeinen schon aus.

Solche fasertechnische Untersuchung als Ergänzung unserer quantitativen Laboratoriums-Faserbestimmung ist wichtig, um auch über die Qualität der Fasern Aufschluß zu erhalten, d. h. über die prozentuale Ausbeute an Langfasern im Vergleich zum Gesamtfasergehalt und über die Beschaffenheit der Langfasern. Es ist nicht immer gesagt, daß hoher Gesamtfasergehalt auch große Ausbeute an Langfasern bedeutet. Diese ist abhängig (Tobler 1921, 1; 1927, Willy Müller 1926, 1) von der Anordnung der Faser im Faserring des Flachsstengels, die voneinander getrennt oder zu einem geschlossenen Ring vereinigt sein können, zwischen welchen Anordnungen alle Übergänge vorkommen; auch die Anzahl der in radialer Richtung hintereinander angeordneten Einzelzellen ist dabei wesentlich. Wieweit allerdings die Anordnung der Fasern im Faserring erbliche Sorteneigentümlichkeit ist, ist noch nicht genügend bekannt. Das ist mikroskopisch aus dem Grunde schwer feststellbar, weil die Anordnung der Faserbündel von verschiedenen Umständen beeinflusst werden kann, wie Ernährung, Standweite (Stengeldicke) usw¹.

Vom vierten Jahre an findet dann die Stammesprüfung der besten Linien auf größeren Teilstücken statt — wieder blaue und weiße gesondert —, während die weitere Auslese aus den Stämmen vom dritten Jahre an vorgenommen wird. Sie wird schon beim Nachbau im ersten Jahre zeigen, ob der betreffende Stamm homozygotisch ist oder nicht. Oft wird er sich als heterozygotisch erweisen. Gleichzeitig kann auch

¹ Nach neuesten Untersuchungen von Melnikov (1927) läßt eine gewisse Konstanz im anatomischen Bau der Stengel reiner Linien einen Rückschluß auf die Vererbbarkeit der quantitativen und qualitativen anatomischen Charaktere des Flachses zu.

bereits eine Vermehrung der besten Linien einsetzen. Diese wird zur möglichst großen Samengewinnung zweckmäßig in 20 cm Reihenentfernung und 50—75 kg/ha Aussaatmenge angelegt. Um die Vermehrung zu beschleunigen, war von Kappert (1921, 1) vorgeschlagen, durch Aussaat der Samen der Elitepflanzen im Glashaus, Anzucht im Treibbeet und späteres Pikieren der jungen Leinpflanzen in das Versuchsland im ersten Jahre zwei Generationen zu erhalten, so daß bereits im zweiten Jahre die erste Prüfung der Elitenachkommen in den feldmäßig bestellten Parzellen herangezogen werden könnte. Dies Verfahren kommt jedoch wohl nur in den ganz besonderen Fällen in Frage.

Bei den Stammesprüfungen grenzen wir die verschiedenen Stämme ab durch eine Drillreihe blauer Lupinen was sich ausgezeichnet bewährt hat (s. Abb. 25). Tritt durch ungünstiges Wetter Lagern ein, so verhindern diese Lupinenstreifen sehr gut eine Vermischung der Stämme durch sich verwirrende Verästelungen und Kapseln der Nachbarreihen. Wir verwenden die Pflugsche Allerfrüheste blaue Lupine, die mittelhoch bleibt. Ackerbohnen, die wir zuerst zwischenbauten, bewährten sich weniger. Wenn durch Unwetter hervorgerufenes Lagern auch selbstverständlich die Versuche sehr stört, so versuchen wir doch nicht, durch besonders geringe N-Gaben die Lagergefahr zu verringern. Wir geben im Gegenteil normale N-Gaben und begrüßen es als Züchter, wenn die allgemeine Jahreswitterung die Lagergefahr erhöht, weil wir dann beste Gelegenheit haben, lagerfeste Stämme von solchen mit geringer Standfestigkeit zu unterscheiden. Das war ausgezeichnet in den Jahren 1926 und 1927 der Fall, in denen sich die lagerfesten Stämme besonders schön herauskristallisierten.

Die Stammesprüfungen führen wir übrigens nicht mehr in kurzen Streifen durch, wie sie Abb. 25 zeigt, sondern in der von Zade¹ vorgeschlagenen Weise, d. h. alle Vergleichsstücke eines Stammes hintereinander, so daß also von jedem Stamme ein 115 m langer und 1,20 m breiter Streifen gedrillt wird, der zur Ernte nach Entfernung der Randreihen und Randstreifen in sieben gleichgroße Teilstücke eingeteilt wird; dabei ist eine Reserveparzelle vorgesehen. Steht nicht genügend Saatgut zur Verfügung, so können die Teilstücke ohne Bedenken und ohne Beeinträchtigung der Genauigkeit der Ergebnisse bis auf 4—5 qm Erntefläche verkleinert werden.

Nach den Erfahrungen einer ganzen Reihe von Forschern und auch nach unseren eigenen Beobachtungen dürfte es feststehen, daß der Flachs durchaus kein strenger Selbstbefruchter ist, wie man früher angenommen hat. Fruwirth hat kürzlich eine ganze Reihe diesbezüglicher Beobachtungen zusammengestellt (1925). Beobachtungen über

¹ „Pflanzenbau“, Bd. 1, S. 261. 1925.

Fremdbefruchtung sind auch beschrieben von A. und G. Howard (1910, 1919 und 1924) und von Graham und Roy (1924). Bei Versuchen von Opitz (1924) setzten 1922 von 49 kastrierten Pflanzen sieben Pflanzen Kapseln an und 1923 von 38 kastrierten Pflanzen drei, also 14,3 und 7,9%. In Wirklichkeit wird freilich die Fremdbefruchtung nicht so erheblich sein, weil kastrierte längere Zeit offen blühende Blüten natürlich der Fremdbestäubung besonders ausgesetzt sind, z. B. durch von starkem Winde aus den stäubenden Antheren verwehten Pollen, der in der Tat dann in reichlichem Maße in der Luft fliegt. Auf mit flüssigem Paraffin bestrichenen Objektträgern, die wir bei eigenen Versuchen zwischem dem vollblühenden Flachs aufstellten, war schon nach ganz kurzer Zeit eine größere Anzahl Flachspollen zu



Abb. 25. Flachsstammesprüfung auf dem Versuchsfeld des Instituts für Pflanzenzüchtung der Preuß. Landw. Versuchs- und Forschungsanstalten in Landsberg (Warthe). Zwischen den einzelnen Stämmen je eine Drillreihe blauer Lupinen.

finden. Jedenfalls muß man die Möglichkeit der Fremdbefruchtung berücksichtigen und, da örtliche Trennung so vieler Stämme ausgeschlossen ist, diese beim Anbau zum mindesten möglichst nach Blütenfarbe und Stengellänge in Gruppen zusammenfassen. Opitz ist bei seinen Flachszüchtungsarbeiten noch weiter gegangen und hält jeden einzelnen Stamm bis zu einer bestimmten Vermehrung unter Schutzkästen vor Fremdbefruchtung isoliert.

Blaringhem (1923) sieht ein wichtiges Merkmal zur Kontrolle der Reinheit von Sorten und Stämmen in der Einheitlichkeit der An- bzw. Abwesenheit der Bewimperung an den Septen der Frucht. Bewimperung findet sich bei Öl- wie bei Faserflächsen sowohl vorhanden als auch fehlend. Dies Merkmal vererbt sich nach Blaringhem unabhängig von äußeren Einflüssen sehr konstant; bei Kreuzung dominiert in F_1 Bewimperung, F_2 spaltet in drei bewimpert: eins unbewimpert. Die Zuverlässigkeit des Merkmals kann aber natürlich eine nur bedingte sein, weil nur Bastardierung bzw. Vermischung von bewimperten

und unbewimperten Formen angezeigt wird, nicht aber solche zweier bewimperter bzw. zweier unbewimperter¹.

Die Kombinationszüchtung beim Flachs gestaltet sich, da Bastardierung zwischen den verschiedenen Formen von *Linum usitatissimum* leicht und sicher auszuführen ist, kaum schwieriger als die Auslesezüchtung, sondern nur etwas langwieriger. Wenn es nicht auf exakte wissenschaftliche Vererbungsstudien ankommt, sondern lediglich auf das Ziel, nach bestimmten Gesichtspunkten ein möglichst reichhaltiges Material an neuen Kombinationen zur Auslese zu erzeugen, wird man am einfachsten in der bekannten Weise vorgehen, daß man nach erfolgter Kreuzung die F_1 -, F_2 - usw. bis zur vielleicht F_5 -Generation einfach vermehrt und erst dann mit der Selektion beginnt. Man hat dann ein Formengemisch vor sich, in dem natürliche Auslese schon einige Jahre gewirkt hat und in dem naturgemäß der Prozentsatz an heterozygotischen Pflanzen inzwischen stark abgenommen hat. Die Wahrscheinlichkeit, bei der Auslese homozygotische Pflanzen zu bekommen, ist daher eine entsprechend größere, als wenn man schon in der F_2 -Generation mit der Selektion beginnt². Bei Kreuzung von dunkelblaublühendem mit weißblühendem Faserflachs mit blauen Antheren sind von F_2 an die dunkelblauen und die weißen Formen konstant, während hellerfarbene Typen noch spalten.

Die Schritte zu einer zielbewußten Kombinationszüchtung sind vorbereitet durch die erbanalytischen Arbeiten besonders von Tine Tammes (1911—1925), Hans Kappert (1924), Nils Sylvén (1925) und anderen. Die möglichen Erfolge der Kombinationszüchtung, z. B. durch kumulative Wirkung mehrerer bei einer Kreuzung beteiligter gleichsinnig wirkender Erbfaktoren, sind sehr verlockend (Kappert 1920, 1). Daß gleichsinnig wirkende Erbfaktoren beim Lein vorkommen, hat Tammes bei der Vererblichkeit der Samengröße gezeigt. Eigene Versuche zeigten, daß Frühreife dominant vererbt, was die Kombinationszüchtung auf Frühreife erleichtert.

Ob Art-Kreuzungen beim Flachs von praktischer Bedeutung sind, erscheint zwar zweifelhaft, aber für bestimmte Zwecke natürlich nicht unmöglich. Kreuzungen verschiedener *Linum*-Spezies, auch mit *Linum usitatissimum*, sind schon wiederholt hergestellt, meist zum

¹ Untersuchung der Kapseln von der Ernte des ersten Nachbaues 1926 von Originalsaatgut in Landsberg (Warthe) ergab bei:

Bensings Faserflachs83%	Kapseln mit Bewimperung
Eckendorfer Frühflachs	4%	„ „ „
„ Langflachs	0%	„ „ „
Petkuser Stamm 7	7%	„ „ „
Tonniner	4%	„ „ „
Rigaer (Handelssaat)38%	„ „ „

² Siehe Baur, E.: Die wissenschaftliche Grundlagen der Pflanzenzüchtung. S. 82. Berlin: Gebr. Bornträger 1921.

Studium des Heterostylie-Problems und genetischer Fragen. Neuerdings von Blaringhem (1926) auch für züchterische Zwecke. Schon Kölreuter (1787 S. 339—346) beschrieb u. a. die Bastarde von *L. usitatissimum* \times *L. narbonense* und die der reziproken Kreuzung. Correns (1921) vermutet zwar, worauf auch Laibach (1925) hinweist, daß genannter Bastard Kölreuters eine Kreuzung von *L. usitatissimum* \times *L. angustifolium* gewesen sei, mit dem leicht Kreuzungen gelingen. Manche Artkreuzungen zwischen *L. usitatissimum* und anderen *Linum*-spezies gelingen nur sehr schwer oder nach den bisherigen Erfahrungen überhaupt nicht. So schlugen diesbezügliche Versuche der Kreuzung von *L. usitatissimum* mit *L. narbonense* von Tammes (1915), Bateson (1916), Correns (1921) und Laibach (1925) fehl. Gärtner (1849) versuchte ohne Erfolg, *L. usitatissimum* mit den gelbblühenden Arten *L. maritimum* und *L. flavum* zu kreuzen und ebenso mit *L. perenne*. Bei Bastardierung von *L. usitatissimum* mit *L. perenne*, *austriacum*, *grandiflorum* und *flavum* konnte Tammes (1915) zwar fast normale Fruchtbildung, aber keine keimfähigen Samen erzielen, bei der umgekehrten Bastardierung weder Frucht- noch Samenbildung, außer bei *L. grandiflorum* \times *L. usitatissimum* (weißblühend). Tammes (1911 und 1913) und ebenso Laibach (1925) und Blaringhem (1923 und 1926) stellten ferner die Bastarde *L. usitatissimum* \times *L. angustifolium* her, Laibach und Blaringhem auch die reziproke Verbindung, ersterer diese allerdings nur unter Zuhilfenahme besonderer Kunstgriffe, durch künstliche Aufzucht der Embryonen¹.

Diese Kunstgriffe, durch die vermutlich noch manche zunächst aussichtslos erscheinende Verbindung verschiedener Arten ins Leben gerufen werden kann, hat Laibach (1925) beschrieben. Ebenso wie das bei anderen Artkreuzungen bekannt ist, erfolgte auch bei seinen Kreuzungsversuchen zahlreicher *Linum*-arten untereinander häufig zwar Befruchtung, aber es wurden nur verkümmerte Samen gebildet mit in ihrer Entwicklung stark gehemmten und gestörten Embryonen, die bei der Fruchtreife abstarben. Laibach zeigte aber, daß diese Entwicklungshemmungen nicht im Genotyp des Bastards begründet sind, sondern durch extraembryonale Einflüsse hervorgerufen werden: die wechselseitigen Beziehungen zwischen Bastardembryo und Mutterpflanze sind gestört. Die Mutter erweist sich als schlechte Amme. Entzog er nämlich den Embryo den mütterlichen Einflüssen recht-

¹ Die zytologischen Verhältnisse der verschiedenen Arten der Gattung *Linum* sind neuerdings von Martzenitzina (1927) und von Emme und Schepeljeva (1927) eingehend untersucht. Danach haben (diploid): *Linum catharticum* über 57 (kurze) Chromosome, *L. flavum* 30 (lange) Chromosome, *L. perenne*, *austriacum*, *tenuifolium*, *corymbiferum*, *punctatum* 18 (lange) Chromosome, *L. grandiflorum* 16 (lange) Chromosome, *L. angustifolium* und *usitatissimum* (auch var. *crepitans*) 32 (kurze) Chromosome. Von *L. usitatissimum* (auch var. *crepitans*) gibt es außer 32-chromosomigen auch 30-chromosomige (Tammes 1923) Rassen.

zeitig, d. h. entnahm er die Samen der unreifen Frucht vor dem Absterben des Embryos bei der Fruchtreife, so gelang es ihm bei künstlicher Aufzucht des Embryos — Übertragen des im frühen Entwicklungsstadium den unreifen Samen entnommenen Embryos auf feuchtes Fließpapier ohne oder mit vorangegangener ca. 14 Tage währender künstlicher Ernährung in 15proz. Zuckerlösung — die anfänglichen Entwicklungsstörungen zu überwinden und die Embryonen zu kräftigen Pflanzen heranzuziehen. Auf diese Weise wurden z. B. kräftige luxurierende F_1 -Pflanzen der oben erwähnten Kreuzung von *L. perenne* \times *L. austriacum* erhalten, die legitim bestäubt, untereinander fertil waren und normale, selbständig keimende Samen hervorbrachten; und auch aus der reziproken Kreuzung wurden durch dies Verfahren zum ersten Male lebende Bastardpflanzen erhalten.

Nach welchen Gesichtspunkten die Selektion in den Filialgenerationen stattfindet, richtet sich nach den Zuchtzielen, die sich der Züchter gesteckt hat, und entsprechend auch die züchterische Verarbeitung und Untersuchung im Laboratorium. Wir haben die hauptsächlichsten zu berücksichtigenden Zuchtziele schon eingangs erwähnt. Über Züchtung auf Krankheitswiderstandsfähigkeit wird noch zu sprechen sein. Wenig berücksichtigt scheint bei der Züchtung bislang zu sein die Züchtung auf Entwicklungsschnelligkeit, die zur Unkrautunterdrückung eine wichtige Rolle spielen würde und auch zur Vermeidung der Erdflöhegefahr. Besondere Züchtung auf Frostwiderstandsfähigkeit ist wohl weniger wichtig. Unsere gegenwärtigen Sorten vertragen nach hiesigen Beobachtungen schon bis -4° C. Da aber nach Davis (1923, 1) eine gewisse Korrelation zwischen Frostwiderstandsfähigkeit und Fusariumwiderstandsfähigkeit zu bestehen scheint, insofern, als sich seine frostbeständigsten Stämme auch als die gegen Fusarium am widerstandsfähigsten erwiesen, kommt der Züchtung auf Frostwiderstandsfähigkeit vielleicht in dieser Beziehung Bedeutung zu¹. Die züchterische Bearbeitung des eigentlichen Winterflachses, wie er in einigen Gegenden Oberbayerns, ebenso bisweilen in Österreich, Westfrankreich, Spanien, Italien vereinzelt angebaut wird [Weidner (1919), Gentner (1921) Kremer (1923)] scheint noch nicht in Angriff genommen zu sein.

Über Züchtungsversuche und Korrelationserscheinungen liegen eine ganze Reihe neuerer wichtiger Arbeiten vor, die uns Anhaltspunkte für die Beurteilung der Qualität einer Flachspflanze nach gewissen äußeren Erscheinungen zu geben vermögen, so die von Tammes (1911–1924), Blaringhem (1921, 1923, 1924, 1926), Fleischmann (1922), Weck (1924), Opitz, Hoffmann und v. Pander (1924), Krüger (1952), Davin und Searle (1925).

Für die Bestimmung der mittleren Stengeldicke beim Flachstroh hat Weck (1926) kürzlich ein Schnellverfahren ausgearbeitet.

¹ Vgl. auch S. 115f.

Nach diesem werden 100 Stengel erst quer unterhalb der Verzweigung mit dem Strohschneider durchgeschnitten. Dann richtet man durch leichtes Aufstoßen der Wurzelen auf eine Unterlage gleich und schneidet nochmals zweimal mit dem Strohschneider quer durch, so daß man einen etwa 10 cm langen Bündel-ausschnitt erhält, dessen Mitte mit derjenigen der Gesamtlänge des Bündels zusammenfällt. Man umschnürt nun das Bündel in der Mitte mit einem schmiegsamen Bindfaden unter leichtem Druck, ohne die Stengel plattzudrücken. Darauf wird der Umfang dicht neben der Schnürstelle gemessen. Weck umwindet zu diesem Zweck mit weißem Zwirn, markiert die sich begegnenden Zwirrenden mit Tinte und mißt die Entfernung der Tintenpunkte des abgenommenen Meßfadens.

Der mittlere Stengeldurchmesser ist direkt ablesbar aus einer von Weck errechneten Tabelle:

Umfang des 100er Bündels mm	Stengel- durchmesser mm	Umfang des 100er Bündels mm	Stengel- durchmesser mm	Umfang des 100er Bündels mm	Stengel- durchmesser mm
41	1,09	56	1,495	71	1,895
42	1,12	57	1,52	72	1,92
43	1,15	58	1,55	73	1,95
44	1,175	59	1,575	74	1,975
45	1,20	60	1,60	75	2,00
46	1,23	61	1,63	76	2,03
47	1,255	62	1,655	77	2,055
48	1,28	63	1,68	78	2,08
49	1,31	64	1,71	79	2,11
50	1,335	65	1,735	80	2,136
51	1,36	66	1,76	81	2,16
52	1,39	67	1,79	82	2,19
53	1,415	68	1,815	83	2,21
54	1,44	69	1,84	84	2,24
55	1,47	70	1,87	85	2,27

Zur Bestimmung der Ausgeglichenheit der Stengeldicken bringt Weck (1926) ebenfalls eine vereinfachte Methode zum Vorschlag, die die gegenwärtige langweilige Einzelaufmessung der Dicken und nachfolgende zeitraubende Berechnung der Variationsbreite erübrigen würde: er will die Messung durch eine Siebung ersetzen in der Weise, daß aus der Mitte des Stengelbündels mit dem Strohschneider herausgeschnittene kurze Stengelstücke auf Schlitzsieben, die je um $\frac{1}{4}$ mm Schlitzweite zunehmen, in Gruppen getrennt werden.

Eine Methode zur quantitativen Faserbestimmung ist von Bredemann (1922) angegeben, nach einer ähnlichen, in Sorau benutzten, arbeitet Opitz (1924).

Bredemann bestimmt den Fasergehalt quantitativ in der Weise, daß er etwa 20 g einer gut gemischten Mittelprobe ganzer Stengel, die notfalls in Abschnitte von etwa 20 cm Länge geknickt — nicht zerschnitten — werden, in langen, flachen Emailleschalen eine halbe Stunde lang mit 1,5proz. Natronlauge kocht, unter Ersatz des verdampfenden Wassers. Nachdem die Lauge abgegossen und durch kaltes Wasser ersetzt ist, wird die Rinde mit der Hand sorgfältig vollständig vom Holzkörper abgezogen. Zwecks weiterer Lockerung wird sie dann wiederholt durch gegeneinanderlaufende Walzen (Wringmaschine mit Gummiwalzen) gepreßt,

durch Auswaschen mit Wasser anhaftende Epidermis- und Parenchymteile nach Möglichkeit entfernt, und dann nochmals mit 1,5proz. Natronlauge ca. eine halbe Stunde gekocht. Darauf befreit man durch Abspritzen und nachfolgendes Auswaschen mit Wasser von noch anhaftenden Gewebeteilen, wobei evtl. größere Fremdkörper mit der Pinzette herausgelesen werden. Die so gewonnene reine weiße Fasermasse wird dann vorgetrocknet und endlich im Wägegöläschen bei 105° C zum konstanten Gewicht gebracht. Die Umrechnung auf Faserprozent geschieht auf wasserfreie Stengelsubstanz, zu welchem Zwecke man beim Abwägen der Stengel gleichzeitig Proben zur Wasserbestimmung entnimmt.

Die so erhaltenen Zahlen für den Fasergehalt stellen den Gehalt an reinen Fasern dar. Die zu erwartende technische Ausbeute läßt sich aus ihnen durch Multiplikation mit dem Korrektionsfaktor 1,25 berechnen, der für Flachs und Hanf gilt. Will man gleichzeitig den Holzgehalt bestimmen, so werden die nach der ersten Kochung von der Rinde befreiten Rückstände durch genügend langes Wässern von anhaftender Lauge befreit, getrocknet und gewogen. Um das Verfahren zu beschleunigen, — das sorgfältige Abziehen der Rinde erfordert besonders an den Verästelungen ziemlich Zeit — ist vorgeschlagen worden, die Faserbestimmung in Ausschnitten aus dem Stengel vorzunehmen. Vorausgesetzt, daß die zu untersuchenden Proben ziemlich gleiche Stengellänge haben und man die Ausschnitte bei allen Proben in genau gleicher Lage entnimmt, etwa 20 cm lange Stücke, je 10 cm oberhalb und unterhalb der Stengelmittle gemessen, mag die Vereinfachung einigermaßen brauchbare Werte geben, wenn es sich nur darum handelt, festzustellen, welche Proben den höheren Fasergehalt aufweisen. Einen genaueren Rückschluß auf den wirklichen Fasergehalt der ganzen Pflanze lassen diese Zahlen aber nicht zu, denn der Fasergehalt ist in den verschiedenen Partien sehr verschieden. Bredemann fand z. B.

oben (2—3 cm unterhalb der Verästelungen mit diesen ab-	
geschnitten = 14,9% des Ges.-Gewichts)	13,65% Fasern
unten (Wurzel + Hypokotyl + ca. 3 cm Stengel = 21,7% des Ges.-	
Gewichtes)	4,51% „
unverästelte Stengelpartien, obere Hälfte (26,1% des Ges.-Gewichts)	19,93% „
unverästelte Stengelpartien, untere Hälfte (37,3% des Ges.-Gewichts)	15,14% „
	<hr/>
	Mittel 14,12% Fasern

Wir haben bei erforderlichen Massenuntersuchungen auf Fasergehalt die Bestimmung dadurch zu vereinfachen versucht, daß wir genau 20 cm lange Abschnitte aus der Stengelmittle — je 10 cm oberhalb und unterhalb der Mitte gemessen—entnahmen und in diesen die Fasern bestimmten und zwar mittels mehrerer Parallelbestimmungen, um sehr genaue Werte zu erhalten. Gleichzeitig wurde die Faser in dem Rest (Wurzel- und Spitzenteile) bestimmt. Wenn man das Gewichtsverhältnis der Mittelabschnitte zum Reste (Wurzel- und Spitzenteile) kennt, läßt sich so leicht der auf den ganzen Stengel bezogene Fasergehalt errechnen. Ein bestimmtes Verhältnis zwischen Fasergehalt der Mittelabschnitte zu dem der Reste (Wurzel- und Spitzenteile) besteht nicht. Es schwankt nach gemeinsam mit Fabian¹ ausgeführten Untersuchungen zwar nur innerhalb gewisser Grenzen, ist aber von verschiedenen äußeren und inneren Einflüssen abhängig, so vom Standort (größere Verästelungen!) und der Ernährung. Bei gleichem Standort und verschiedener Ernährung fand Fabian z. B., daß bei dem einen Zuchtstamme, Fasergehalt der Mittelstücke der verschiedenen Proben = 100 gesetzt, sich

¹ Der Einfluß der Ernährung auf die wertbestimmenden Eigenschaften von Bastfaserpflanzen (Flachs u. Nesseln), unter besonderer Berücksichtigung der Ausbildung ihrer Fasern. (Demnächst erscheinend).

der Fasergehalt der Wurzel- und Spitzenteile zwischen 76,5 und 83 bewegte und im Mittel aus 14 verschiedenen Düngungsreihen 79,5 betrug; bei einem zweiten Zuchtstamme zwischen 78 und 86 und im Mittel 81,5. Exakte Vergleichszahlen liefert daher nur die Untersuchung ganzer Stengel.

Die von Herzog (1919, 4) vorgeschlagene mikroskopisch-graphische Methode zur Bestimmung des Fasergehaltes dürfte für Massenuntersuchungen kaum in Frage kommen. Ihr haften zudem, da die Untersuchung nur an einer bestimmten Stelle des Stengels (Mitte) vorgenommen wird, die obengenannten grundsätzlichen Mängel an.

Zur Ölbestimmung in den Flachssamen haben Coleman und Fellows (1925, 1927) ein refraktometrisches Verfahren ausgearbeitet, das vor der Ätherextraktionsmethode nach Soxhlet den Vorzug großer Zeitersparnis besitzen würde.

Die Methode beruht auf der Verschiedenheit des Berechnungsindex des Leinöls und dem des zu verwendenden Lösungsmittels, (Halowax Oil = Monochlornaphthalin). 2 g der feingemahlene Leinsaatprobe werden in einem Mörser mit 4 ccm Monochlornaphthalin zwei Minuten lang erwärmt und nach dem Abkühlen filtriert. Der dem Berechnungsindex entsprechende Ölgehalt der Samen ist direkt aus einer Tabelle abzulesen. Erforderlich ist ein Refraktometer das die Ablesung einer Refraktometerzahl bis 1,63354 gestattet, und zwar mit einer Genauigkeit bis zur vierten Dezimale.

Wenig Apparatur erfordert das von J. Großfeld¹ beschriebene Verfahren: Extraktion mit Trichloräthylen.

Nach diesem wird einfach eine bestimmte Menge der feinermahlene trockene Samen mit einer genau abgemessenen Menge Trichloräthylen (etwa 100 ccm) fünf Minuten im Rückflußkühler gekocht. Nach dem Abkühlen wird filtriert und eine genau gemessene Menge des Filtrats in flacher Schale verdunstet. Der aus Leinöl bestehende Rückstand wird gewogen und nach der Formel:

$$x = \frac{a \cdot v}{p - \frac{a}{d}}$$

der Prozentgehalt der Leinsamen an Leinöl berechnet. In dieser Formel bedeutet

a = Abdampfrückstand

v = Volumen des angewandten Lösungsmittels

p = Volumen des zur Verdampfung gebrachten Filtrats

d = spezifisches Gewicht des Öls (Leinöl = 0,93).

Gerlach² fand bei Vergleich dieser und der Ätherextraktionsmethode keine wesentlichen Unterschiede. Bei eigenen in Gemeinschaft mit Fabian (s. S. 50) ausgeführten Versuchen ergab sich aber, daß fünf Minuten langes Kochen nicht zur völligen Erschöpfung genügt. Befriedigende Ergebnisse wurden nur erhalten bei ½ stündiger Kochung und darauf erfolgendem 40 stündigem Stehenlassen vor dem Filtrieren.

Als exaktere und bei Vorhandensein genügender Apparate auch für Massenbestimmungen durchaus geeignete Methode ist daher die Ätherextraktion anzusehen.

¹ Großfeld, J.: Die Bestimmung des Fettgehaltes in Nahrungsmitteln und Seife. Zeitschr. f. Untersuch. d. Nahrungs- u. Genußmittel. 1922, 44, S. 193—203, und 1923, 45, S. 147—152.

² Gerlach: Bericht über die Tätigkeit des Instituts für Getreidelagerung und Futtermittelveredelung, Berlin 1925. Landw. Jahrb. 1926. 64, Erg.-Bd. 1, S. 249.

Als Extraktionsapparat ist besonders empfehlenswert die sich durch Billigkeit der Herstellung und geringe Zerbrechlichkeit vor den bekannten Soxhlet-Apparaten mit Heberprinzip vorteilhaft auszeichnende Anordnung mit kontinuierlichem Durchfluß des Lösungsmittels¹. Sie hat noch den Vorzug, daß sie eine Extraktion unter Erhitzung im Dampf des Extraktionsmittels gewährleistet. Zwecks rascher und vollständiger Erschöpfung verfährt man am besten so, daß man die abgewogene Menge der zu untersuchenden Samen, die zwei Stunden lang bei 100° im Wasserstoff- oder Leuchtgasstrom vorgetrocknet sind, im Porzellanmörser zerreibt, unter Nachspülen mit Äther in die Extraktionshülsen bringt, 4—5 Stunden extrahiert, das Pulver nach Verdunsten des Äthers nochmals im Porzellanmörser zerreibt und wieder 2—3 Stunden extrahiert. Darauf wird das Pulver ein drittes Mal zerrieben, diesmal sehr fein, und nochmals zwei Stunden extrahiert. Das Fettkölbehen wird nach Abdestillation des Äthers eine halbe Stunde bei 85° C getrocknet und gewogen. Beabsichtigt man, im Ölrückstand noch chemische Bestimmungen auszuführen — Jodzahl, Verseifungszahl usw. —, so trocknet man 20 Minuten lang bei 85° im Wasserstoffstrom (feueregefährlich!).

Die Immunitätszüchtung auf Widerstandsfähigkeit; besonders gegen die Flachswelke (*Fusarium lini*), die Flachsanthracnose (*Colletotrichum* [*Gloeosporium*] *lini*) und den Flachsrost (*Melampsora lini*) gewinnt bei uns in dem Maße Bedeutung, wie das Auftreten dieser Krankheiten bei uns zunimmt, von denen *Fusarium lini* und *Colletotrichum lini* vielerorts schon zu einer Gefahr für unseren Flachsbau werden (Schilling 1922, 1927, 1; Tobler 1920, 2; 1921, 2). Sie ist in Sorau auch bereits mit Erfolg in Angriff genommen. Die Erfahrungen aus Nordamerika zeigen, daß Immunitätszüchtung mit guter Aussicht auf Erfolg auch beim Flachs durchzuführen ist. Bolley (1912) führte die Immunitätszüchtung gegen den „Flax canker“, der nach Schilling (1922) mit der *Colletotrichum lini*-Krankheit identisch zu sein scheint, aus, indem er die Individualauslesen auf dem Felde mit dem Pilz stark infizierte und die weitere Auslese nach der Widerstandsfähigkeit der Individualauslesen vornahm. In Dakota sind auch fusariumfeste Sorten gezüchtet, die man schon erhalten kann und zwar N. D. R. 114 und N. D. R. 52, von denen sich vor allem erstere bewährt hat²; N. D. R. 119 wird als gleichzeitig widerstandsfähig gegen *Fusarium* und Rost beschrieben. An der Universität Minnesota, Division of Plant Pathology and Botany, hat der dortige Spezialist für Flachskrankheiten, A. W. Henry, ebenfalls verschiedene rostwiderstandsfähige Stämme gezüchtet. Auch Barker (1923) hat sich mit Züchtung fusariumfester Stämme mit Erfolg befaßt und Howard³ mit der rostwiderstandsfähiger (*Melampsora lini*). Nach neueren Mitteilungen sollen in den

¹ s. Prausnitz, Paul: Extraktionsapparate. Z. angew. Chem. 1925, 38, S. 1014—15.

² Flaxseed Produktion, North Dakota Agric. College Bull. Nr. 178, 1924, ref. Intern. agritektur-wiss. Rundschau. 1925. N. F. 1, S. 572.

³ Nach einem Auszug der Arbeit von A. Howard in The Annals of applied Biology. 3, Nr. 4 in Dtsch. Landw. Presse. 1926, 53, S. 9.

Vereinigten Staaten fusarium- und rostimmune Stämme in der Praxis schon sehr erheblich angebaut werden (30—40% der Anbaufläche!)¹.

Erbanalytisch ist die Widerstandsfähigkeit des Flachses gegen diese Krankheiten noch nicht genügend geklärt. Ob und bis zu welchem Grade die Züchtung auf sichere Immunität, besonders bei Vorkommen von biologisch unterschiedlichen Formen (Biotypen) der Krankheits-erreger gelingen wird, steht somit noch aus².

In ihrer Durchführung recht erschwert werden die Züchtungsarbeiten bislang noch durch das Fehlen von für züchterische Arbeiten wirklich brauchbaren Maschinen zur Entriffung des Strohes. Alle vorhandenen Maschinen beschädigen entweder das Stroh zu stark, so daß die fasertechnische Ausarbeitung nicht die erforderlichen exakten Werte liefert, oder die Maschinen sind so schwer zu reinigen, daß die Gefahr der Vermischung der Stämme durch in den Maschinen hängenbleibende Samen gegeben ist. Am sichersten ist nach unseren Erfahrungen immer noch, die Einzelparzellen mit Hand auf Riffelkämmen zu riffeln, einer bei vielen Hunderten von kleinen Einzelparzellen allerdings recht umständlichen Arbeit. Die so gewonnenen Kapseln öffnen wir in einer einfachen, leicht zu reinigenden Maschine, die wir uns aus zwei schräg gerillten gegeneinander laufenden Eisenwalzen gebaut haben. Die Trennung in Spreu und Samen und deren Reinigung findet dann mittels Windfege und Trieurs statt.

Was nun den

gegenwärtigen Stand der Flachszüchtung

anbelangt, so haben wir in Deutschland bereits eine ganze Anzahl verschiedener Züchtungssorten im Handel, und es arbeiten ferner eine Reihe von wissenschaftlichen Instituten und privaten Zuchtstätten an ihr weiter, so daß in absehbarer Zeit mit dem Erscheinen weiterer Züchtungen auf dem Markt zu rechnen sein wird. Einiges von diesen noch in Arbeit befindlichen Züchtungen ist in den letzten Jahren schon hin und wieder auf Aufstellungen gezeigt.

Man kann gewiß dieser Vielheit von fertigen und noch zu erwartenden Sorten mit gemischten Gefühlen gegenüber treten, und es ist nicht zu erwarten, daß sie sich alle auf die Dauer erhalten werden, selbst wenn der deutsche Flachsbau wieder erheblich an Umfang zunimmt. Aber ein gesunder Wettbewerb kann nur dienlich sein, und deshalb ist das rege und bewundernswerte Bemühen der vielen Zuchtstätten um die züchterische Verbesserung des Flachses im Interesse der Sache nur zu begrüßen und verdient in jeder Weise unterstützt zu werden. Eine wesentliche Förderung würde besonders auch dadurch gegeben,

¹ Vgl. auch S. 151, 153, 174.

² Vgl. S. 174.

wenn die flachsbauenden Landwirte viel mehr zur Verwendung von Zuchtsorten angehalten würden, als das jetzt noch der Fall ist. Jede unserer gegenwärtigen deutschen Zuchtsorten, die sich naturgemäß je nach den bei der Züchtung verfolgten Zuchtzielen untereinander recht erheblich unterscheiden, ist — kann man wohl sagen — besser als irgendeine Handelsherkunft, und zwar nicht nur im Ertrage, sondern auch in quantitativer und qualitativer Faserausbeute. Jede der Zuchtstätten ist natürlich bestrebt, etwas besseres hervorzubringen, als schon vorhanden ist. Und die vergleichenden Sortenprüfungen, wie sie z. B. die D. L. G. seit 1924 in Gemeinschaft mit einer Reihe wissenschaftlicher Institute nach gemeinsamem Plane durchführt, werden uns im Laufe der Zeit genaue Kenntnisse über den Wert der einzelnen Züchtungen geben. Diese Versuche sind besonders auch dadurch wertvoll, als bei ihnen nicht nur die Erträge an Stengel und Samen festgestellt werden, sondern auch eine technische Ausarbeitung der geernteten Stengel auf Fasergehalt und -beschaffenheit erfolgt. Die beachtenswertesten unserer Züchtungen werden sich so herauskristallisieren, wobei wohl zu erwarten ist, daß für die verschiedenen deutschen Anbaugebiete und die verschiedenen Boden- und Klimaverhältnisse sich nicht die gleichen Züchtungen als gleichwertig zeigen werden, ebenso wie das ja z. B. bei den verschiedenen Getreidearten auch der Fall ist. Eine Reihe von Sortenversuchen der letzten Jahre ist bereits veröffentlicht (Kappert 1921, 2; 1923, 1; Bredemann 1924, 1926, Schilling 1926). Einen zusammenfassenden Bericht über die technische Aufarbeitung der Flächse aus den Leinsortenversuchen der D. L. G. 1924 hat Willy Müller (1925/26) gegeben. Ein abschließendes Urteil ermöglicht jedoch naturgemäß nur mehrjährige Fortsetzung der Versuche.

Die in Sortenversuchen bislang noch immer vergleichsweise mitgeprüften sog. „Herkünfte“ sollten jetzt besser aus den Versuchen fortgelassen werden. Es besteht gar keine Gewähr dafür, eine im Sortenversuch vielleicht verhältnismäßig gut abschneidende Herkunft nun in einem anderen Jahre für den Feldanbau in gleicher innerer Beschaffenheit wirklich zu erhalten. Außerdem vermögen die deutschen Flachszüchter bei genügender Nachfrage schon genügend Saatgut für den Bedarf in Deutschland zu erzeugen, so daß wir in Zukunft auf die Einfuhr ausländischer Herkunft nicht mehr angewiesen sind. Allein in Schlesien wurden 1926 anerkannt rd. 390 ha deutscher Zuchtsorten, davon 352 ha von Lochows Stamm 7, 28 ha Bensings und 10 ha Eckendorfer, während sog. Herkunft (Rigaer Kronsälein und holländischer Lein) kaum noch zur Anerkennung angemeldet waren. Von genannten anerkannten Flächsen hätten somit für 1927 an Saatgut zur Verfügung gestanden ungefähr 4350 Zentner von Lochows Stamm 7, 350 Zentner Bensings und 120 Zentner Eckendorfer Lein (Scheel 1926).

In den erwähnten Flachssortenversuchen der D. L. G. stehen seit 1924 die Zuchtsorten von Bensing, Eckendorf und von Lochow, von 1928 ab ist geplant, weitere deutsche Züchtungen hinzuzunehmen und zwar zunächst: Landsberger Lein 4/21, Saxonía Lein, Hohenheimer blaublühender Lein und Weißenstephaner Stamm P und F.

1. Original Bensing's Faserflachs

der Westpreußischen Saatzuchtgesellschaft in Danzig, Sandgrube 22. Früher waren zwei verschiedene Stämme im Handel, der Bensing'sche Stamm I und II. Jetzt gibt es nur noch den Original Bensing'schen Faserflachs (früher Stamm II). Er ist entstanden durch Formtrennung einer in Schlesien weitverbreiteten blau blühenden Landsorte und wird durch strenge Individualauslese und Beurteilung der Nachkommenschaften dem gestellten Zuchtziel entsprechend verbessert. Dieses erstrebte anfänglich einen mitteldicken, langen Stengel. Der Hauptwert wurde bei Vernachlässigung des Samenertrages und Hintenansetzung des Gesamtstrohgewichtes auf einen hohen Fasergehalt gelegt und dieser auch erreicht. Da aber von der Flachsindustrie eine Bezahlung des Flachses nach absolutem Fasergehalt wegen der Schwierigkeit ihrer Durchführung abgelehnt wurde und demzufolge die Züchtungsarbeiten unrentabel erschienen, wurde das Zuchtziel geändert bzw. erweitert. Durch erneute Formkreistrennung mit anschließend fortgesetzten Individualauslesen wurde auf ein höchstmögliches Strohgewicht und eine möglichst große Strohlänge unter möglichster Beibehaltung der vorher genannten Zuchtziele hingearbeitet.

Bei dem anderen Stamm (früher als I bezeichnet), der eine Formkreistrennung aus einer russischen Landsorte darstellt, erschienen die Arbeiten, dem neuen Zuchtziele entsprechend, bei seiner ausgesprochenen und lediglich einseitigen Züchtung auf Fasergehalt allzu langwierig und unlohnend. Sie sind aus diesem Grunde nicht weiter geführt worden.

Der Bensing'sche Faserflachs ist also in erster Linie ein Strohlachs. Die Samen besitzen ein mittleres 1000-Korngewicht (in Landsberg a. d. W. 4,3—5,6 g).

Über die züchterischen Arbeiten des Herrn Dr. Bensing mit Flachs hat W. Schikorra (1921) eingehend berichtet.

2. Eckendorfer Flachs

des Saatzuchtbetriebes W. v. Borries-Eckendorf bei Bielefeld, Saatzuchtleiter Dr. Weck-Eckendorf. Es sind zwei Stämme im Handel:

- a) Original Eckendorfer Langflachs (Stamm B) und
- b) Original Eckendorfer Frühflachs (Stamm C).

Mit der Zucht wurde 1918 begonnen, und zwar aus Handelsware, bezogen von Metz-Berlin und Heinrich-Weimar. Zunächst fand einige Male Individualauslese statt, ab 1921 fortgesetzte Individual-

auslese mit Nachkommenschaftsprüfung, Heranziehung von Sortenversuchen und fabrikmäßiger Aufarbeitung. Alljährlich werden etwa 200—300 erste Generationen herangezogen. Die Auslese berücksichtigt bei diesen kleinen ersten Generationen keine Ertrags- und Faserwertmomente, sondern nur Blütezeit und Reife, dann Länge und Ausgeglichenheit. Bei den zweiten Generationen (ca. 4—6 qm) finden erstmalig Ertrags- und Faserwertbestimmungen statt. Die Hauptprüfungen bringt der Anbau der dritten und vierten Generation in Form exakter Leistungsprüfungen. Die sechste Generation liefert Originalsaat. Bis einschließlich dritte bzw. vierte Generation wird Handsaat in markierten Rillen vorgenommen, von da ab Drillsaat bei 18 cm Reihentfernung und 100—120 kg/ha Aussaatmenge. Der Eckendorfer Langflachs (Stamm B) ist gezüchtet auf große Stengellänge (bis 130 cm in Eckendorf) und hohe Langfaserausbeute bei mittelfeiner Faser, Samenansatz mittel, 1000-Korngewicht des Samens in Landsberg 5,0—5,8 g. Der Eckendorfer Frühflachs (Stamm C) ist gezüchtet auf mittelhohe Stengel, feine Faser, hohe Ausbeute und reichen Samenertrag. 1000-Korngewicht in Landsberg 4,9—5,5 g. Er ist früher reif als der Stamm B. Seit 1924 sind beide Zuchten als Originalzuchten von der Landwirtschaftskammer für Lippe in Detmold anerkannt.

Der Vertrieb findet durch die Deutsche Flachsbau-Gesellschaft statt, die sich die gesamte Produktion Eckendorfs an gezüchteter Leinsaat gesichert hat.

In Vorbereitung befindet sich ein neuer Stamm, der die guten Eigenschaften des Frühflachses mit höherer Strohlänge verbinden soll. Mit seiner Herausgabe ist in etwa zwei Jahren zu rechnen.

Verschiedene Mitteilungen über die Eckendorfer Flächse und ihre Züchtung hat Dr. Weck selbst veröffentlicht (1924).

3. Der v. Lochowsche Petkuser Flachs

der F. v. Lochow-Petkus G. m. b. H. in Petkus (Mark) (Saatzuchtdirektor Dr. Laube).

Dr. h. c. F. v. Lochow hatte 1917 aus einer märkischen Landsorte eine Linientrennung vorgenommen, die in den nächsten Jahren nur vermehrt und geprüft wurde. Bei diesen Untersuchungen schälte sich 1920 der Stamm 7 als ein ziemlich frühreifer, mittellanger, faserreicher und sehr samenstarker Flachs heraus. Da die Verästelung dieses Stammes erst ganz oben ansetzt, wirkt der starke Samenertrag nicht schädigend auf die Faserausbeute. Besonderer Wert wurde bei der Züchtung auf Widerstandsfähigkeit gegen Trockenheit gelegt und nach den Erfahrungen in Schlesien 1925 anscheinend auch erzielt. Dieser Stamm 7 ist seit Frühjahr 1926 in größeren Mengen auf dem Markt. Die Leinsaatvermehrung, Anerkennung des Saatgutes durch die Land-

wirtschaftskammer Schlesien und die D. L. G., sowie die Saatgutreinigung ist, zunächst für die Provinz Schlesien, als Generalvertreter der Flachsbauförderungsgesellschaft Gruschwitz, Neusalz a. a. O. übertragen, die auch den Verkauf des Saatgutes übernommen hat.

Die weitere züchterische Verbesserung des Stammes 7 ist noch im vollen Gange. Auch in Petkus wurde die Beobachtung gemacht, daß der Lein keineswegs ausgesprochener Selbstbefruchter ist. Im Gegenteil waren sämtliche Ausgangspflanzen der Petkuser Leinzucht mehr oder weniger starke Heterozygoten. Infolge der langsamen Vermehrung zeigt der gegenwärtig im Handel befindliche Stamm auch heute noch geringe Aufspaltungen in Länge, Verästelung, Blütenfarbe usw. Auch physiologische Aufspaltungen, z. B. bezüglich des Fasergehaltes wurden beobachtet. 1922 wurde daher begonnen, ihn durch Linientrennung in weitere Unterstämme zu zerlegen. Die jetzigen in Vermehrung befindlichen Unterstämme sind bereits homozygotisch.

In Abb. 26 ist der Stammbaum des Petkuser Flachsens Stamm 7 dargestellt, der einen Ausschnitt aus der Petkuser Leinzucht wiedergibt. Die Striche stellen einjährige Nachkommenschaften dar, die kleinen rechteckigen Felder zweijährige. Die großen rechteckigen Felder sind dreijährige und die großen Quadrate vierjährige Nachkommenschaften einer Einzelpflanze.

Die ein- bis dreijährigen Nachkommenschaften werden nur auf Grund der Bonitierung und groben Ertragsbestimmungen geprüft und selektioniert, während die vierjährigen Nachkommenschaften in achtfacher Wiederholung je in Zieckau und Petkus einmal in Stammpfropfungen selektioniert werden. Qualitätsuntersuchungen finden in der drei- und vierjährigen Nachkommenschaft statt. Die ermittelten Fasergehaltsprozente sind bei den einzelnen Nachkommenschaften eingetragen.

Aus der Stammtafel des Stammes 7 ist zu ersehen, daß alle Nachkommenschaften des Jahres 1926 auf die erstjährige Nachkommenschaft 65/1922 zurückgehen. Von dieser 65/1922 stammt bereits die erste Feldvermehrung 1926.

Der genannte Stamm 7, wie er bislang zu den Sortenversuchen geliefert wurde, stellt eine glückliche Vereinigung von Stroh- und gleichzeitig Samenflachs dar und ist ein mittel-frühreifer Flachs, der bei frühzeitiger Aussaat noch vor der Roggenernte gerauft und eingerntet werden kann. Die Samen sind grünbraun und besitzen ein mittleres 1000-Korngewicht von (in Landsberg) 4,6—5,7 g. — Vgl. auch v. Lochow, über Leinbau und Leinzüchtung (1926) und R. Kuhnert, Petkuser Lein (1926).

In den Sortenversuchen stand einige Jahre lang ferner noch der Petkuser Stamm 2. Dieser ist wieder aufgegeben.

1921 wurden in Petkus von neuem aus einer märkischen Landsorte

Petkuser Leinzüchtung. 1918: St. 7. 1919—1921: lediglich vermehrt.

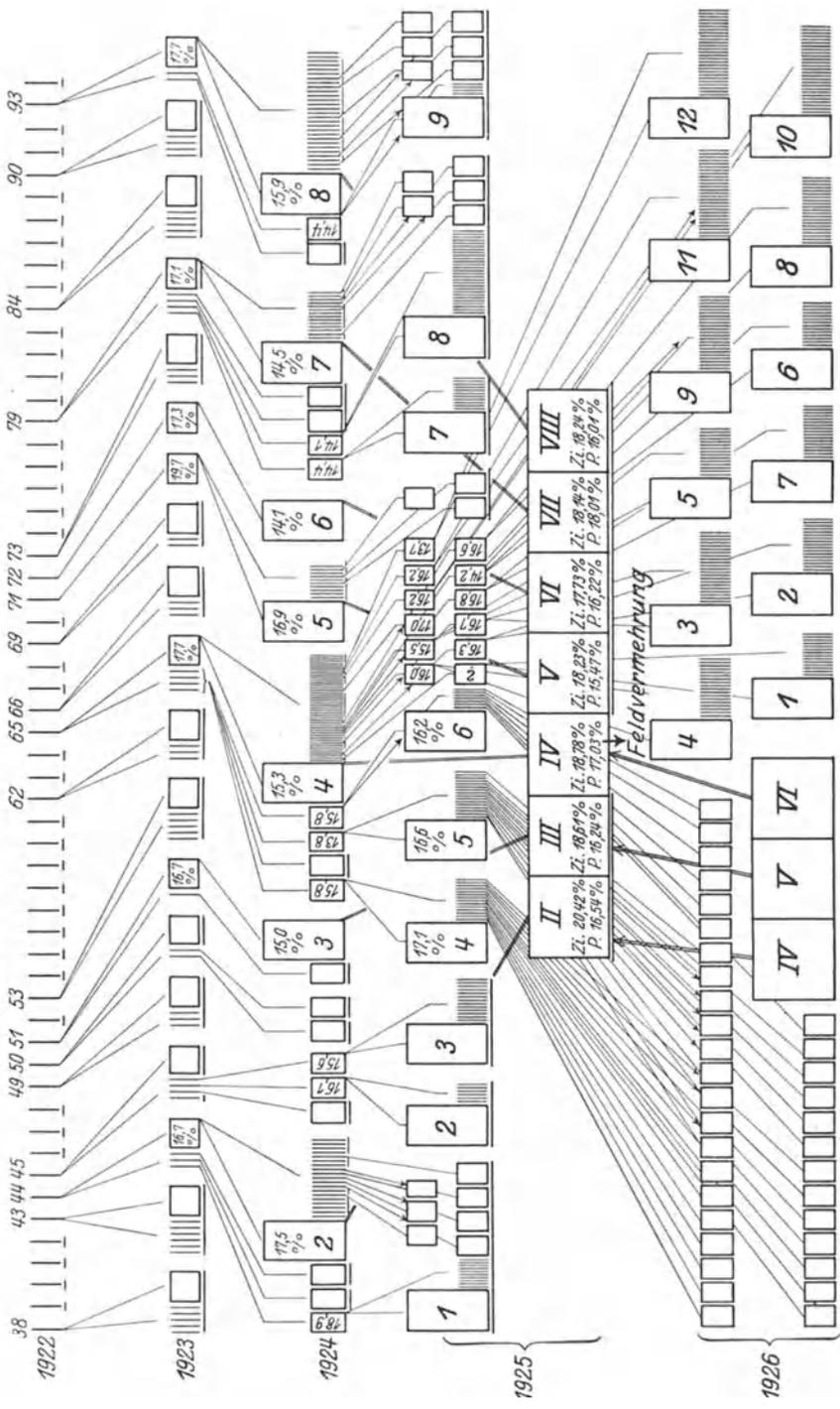


Abb. 26. Stammbaum des Petkuser Leinstammes Nr. 7. (Beschreibung im Text, S. 58.)

auf größerer Basis Individualauslesen getroffen. Hieraus ist besonders ein Stamm 130 isoliert worden, der sich 1927 in Schlesien schon in größerer Vermehrung befand. Im Vergleich zu Stamm 7 ist Stamm 130 im Stroh länger, etwas später reifend, im Samenertrag geringer, von großer Faserausbeute, sehr lagerfest. Auf der D. L. G.-Ausstellung Dortmund 1927 erhielt er den ersten Preis.

Die Leinzüchtung in Petkus gründet sich z. Z. auf einer neuen, umfangreichen Populationsanalyse (1927: 1142 einjährige Nachkommenschaften), doch wird der Hauptwert jetzt auf die im Gange befindliche Kombinationszüchtung gelegt.

Außer diesen bislang in den D.L.G.-Sortenversuchen geprüften Originalzuchten befinden sich noch im Handel:

4. Original Tonniner-Lein,

Züchter Rittergutsbesitzer Steifensand, Tonnin, Insel Wollin, Pommern.

Dieser Flachs ist aus einer vorhandenen Landsorte seit 1911 durch „Massenauslese und Linientrennung“ gewonnen. Mit dem Jahre 1920 setzte dazu Individualauslese ein. Das Zuchtziel ist ein langer Stengel mit geringer Verästelung und gutem Samenansatz. Die Saat wird alljährlich als „Original“ von der Landwirtschaftskammer für die Provinz Pommern anerkannt. Vergleichende Anbauversuche sind von der Deutschen Flachsbauengesellschaft und der Anstalt für Pflanzenbau der Landwirtschaftskammer für die Provinz Pommern durchgeführt, 1926 und 1927 auch in Landsberg (Warthe). Die Leinsaat wird nach Mitteilung der Gutsverwaltung hauptsächlich in Pommern abgesetzt, jedoch ist auch Lieferung bis zur Provinz Sachsen, Schlesien und Ostpreußen erfolgt. Die Nachfrage war stets eine sehr rege. 1927 betrug die Original-Vermehrungsfläche 25 ha.

5. Original Dr. Kauffmanns Blauer Flachs,

Züchter Rittergutsbesitzer Dr. August Kauffmann, Luga, bei Bautzen in Sachsen.

Der Flachs erschien in der breiten Öffentlichkeit zum erstenmal auf der D.L.G.-Ausstellung in Breslau 1926 und war auch 1927 in Dortmund ausgestellt. Im Ausstellungskatalog 1927 wird er beschrieben als mittelfrühereifer Flachs mit gleichmäßigem Stengel, lang und ziemlich lagerfest, hohe Faserausbeute. Anerkannt von der D.L.G. und von der Landw. Kammer für den Freistaat Sachsen. Nach Mitteilung der Zuchtstätte ist der Flachs aus einer russischen Handelssaat (Rigaer Kronlein) durch Formenkreistrennung gezogen. Er wird seit 1921 züchterisch bearbeitet durch Nebeneinanderführen von Individualauslesen und Prüfung der Nachkommenschaften. Nebenher laufen vergleichende Sortenanbauversuche und Saatstärken- und Düngungs-

versuche. Durch technische Ausarbeitungsversuche einer Flachs-rösterei wird die Faserausbeute und Qualität des Flachses festgestellt, kleinere Untersuchungen führt das Forschungsinstitut Sorau aus. Der Flachs ist mittelfrühreif und vertritt den Stroh-Samentyp, hat ziemlich langen, schlanken und gleichmäßigen Stengel. Bei der Züchtung wird besonders Wert gelegt auf Ausgeglichenheit und Lagerfestigkeit bei stärkeren Stickstoffgaben. Der Same ist rotbraun und hat verhältnismäßig niedriges 1000-Korngewicht (ca. 4,8 g).

6. Die Flachszüchtungen der Bayerischen Landessaatzuchtanstalt in Weihenstephan.

In Bayern war die Züchtung des Flachses wegen der geringen Aussicht auf klingenden Erfolg und wegen der vielen Kleinarbeit erst 1923 von einem einzigsten Praktiker (Zuchtstätte Huglfing — s. S. 65) aufgenommen, obwohl der Flachsbau ziemlich stark vertreten ist und in Anbetracht der Verschiedenheit der einzelnen Anbaugebiete die Gewinnung leistungsfähiger Sorten doppelt geboten erschien. Die Bayerische Landessaatzuchtanstalt Weihenstephan begann in Berücksichtigung dieser Verhältnisse im Jahre 1917 mit der züchterischen Bearbeitung des Flachses. Ausgangsmaterial bildeten verschiedene aus den in der näheren Umgebung gebauten Landsorten und russischen Herkünften ausgelesene Pflanzentypen, deren Nachkommenschaften unter Anwendung der Individualzüchtung mit ständiger Auslese jährlich verarbeitet wurden. Für die Bewertung der Individuen waren in erster Linie die durch verschiedene Messungen sich ergebenden äußeren Merkmale maßgebend, dazu kam 1924 noch die quantitative Faserbestimmung nach der Methode „Bredemann“ und die Stammesprüfung; zugleich wurden mehrere Kreuzungen verschiedener Typen, namentlich Samentyp mit Fasertyp, zur Erzielung neuer Stämme mit höherem Samenertrag vorgenommen.

Als fertige Züchtung sind in Vermehrung bei praktischen Landwirten auf dem Feldbestand anerkannt als Original: Weihenstephaner Zuchtflachs, Stamm P, ein Langflachs mit feinem, schlanken Stengel bei mittelmäßigem Samenertrag, jedoch hohem Fasergehalt und mittelfrüher Reife; die Faserqualität ist in zweijährigen Prüfungen vom Forschungsinstitut Sorau mit 1a und 1b bewertet.

Weihenstephaner Zuchtflachs, Stamm F, mit mittellangen, etwas stärkeren Stengeln und höherem Samenertrag, mittelfrüh in Reife, Fasergehalt gut, Qualität der Faser nach der Sorauer Prüfung 2a; gute Standfestigkeit.

Weihenstephaner Zuchtflachs, Stamm R, mit feinem, schlanken, mittellangen Stengel, mittelmäßigem Samenertrag, hoher Faserqualität; in der Reife mittelfrüh.

7. Der Saxonía-Flachs der Staatlichen Landwirtschaftlichen Versuchsanstalt Dresden,

Abteilung Pillnitz (Elbe). Prof. Dr. Pieper.

Der Flachs ist aus Rigaer Lein durch Linientrennung entstanden. Die Auslese erfolgte erstmalig im Jahre 1919 und erstreckt sich in erster Linie auf Stengellänge und Faserqualität. Die Züchtung ist 10—20 cm länger als Rigaer Handelssaat. Der Stengel ist fein, die Blüte blau, doch treten vereinzelt weißblühende Pflanzen auf. Infolge ihrer Länge lagert diese Züchtung etwas leichter als andere Sorten. In den Prüfungen des Forschungsinstituts Sorau zeichnete sich die Züchtung durch hohe Ausbeute und gute Qualität des Schwungflachses aus.

8. Der Rastatter Lein

der Saatzuchtanstalt der Badischen Landw. Kammer in Rastatt (Landw.-Rat Hans Buss). Sie baute schon seit geraumer Zeit einen Lein, der sehr gute Eigenschaften, besonders eine gute Kombination von Samen- und Fasererträgen zeigte und der 1922 bei einem im Großen durchgeführten Sortenversuch eine deutliche Überlegenheit über die meisten Konkurrenzsorten ergab. Nachdem schon im Jahre 1921 Elitepflanzen aus dem sehr bunten Formengemisch von blauen und weißen, kurz- und langstengeligen und stark- und wenig verzweigten Typen ausgelesen waren, wurde in der Folge die züchterische Arbeit intensiv aufgenommen. Als Zuchtziel wurde gesetzt, zunächst eine Typenreinheit herzustellen und einen Lein herauszuzüchten, der sowohl im Samen- als auch im Faserertrag befriedigen kann. Ein extremes Zuchtziel nach der einen oder anderen Richtung hin, mußte unter Berücksichtigung der bäuerlichen Verhältnisse des Landes, die eine möglichst vielseitige Benutzung der Kultursorten erfordern, unterlassen werden. Bei der Formentrennung haben sich nach mehrmaliger Leistungsprüfung die vorwiegend weißblühenden Stämme als besser erwiesen, so daß nur noch diese rein weiter vermehrt werden. Die Züchtung kam 1925 zum ersten Male in die Öffentlichkeit.

Weiter befassen sich von deutschen wissenschaftlichen Instituten und praktischen Zuchtstätten mit Flachszüchtung:

Die Abteilung für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung (Landessaatzuchtanstalt) der Württembergischen Landw. Hochschule Hohenheim (Prof. Dr. Wacker.) Sie berichtet in ihren Führern durch die Versuchflächen 1924 und 1925 eingehend über die bisherigen Erfolge ihrer Flachszüchtung. Auch dort verdankt diese ihre Entstehung dem damaligen in der Not der Kriegszeit erwachsenden Mangel an geeigneten Züchtungssorten. 1919 wurden aus den formenreichen Feldbeständen dreier verschiedener Landsorten, zweier in

Württemberg schon längere Zeit angebauter Sorten unbekannter Herkunft und einer russischen Provenienz Eliten gemacht. Davon befinden sich heute noch 15 Stämme mit verschiedenen Zweiglinien in Weiterzucht. Nach dem deutschen Ausleseverfahren wird alljährlich eine Auslese von Pflanzen und Nachkommenschaften auf Grund von Leistungsprüfungen im Strohertrag und in Strohlänge vorgenommen. Das Zuchtziel erstrebt eine Steigerung des Strohertrages bei möglichst langen, feinfaserigen, kräftigen, wenig verzweigten Stengeln, ohne den Samen-ertrag gänzlich zu vernachlässigen. Die technische Untersuchung der Stämme auf Hechel- und Schwungflachsausbeute wurde bisher in der Flachsröst- und Aufbereitungsanstalt Gebrüder Spohn in Ittenbeuren bei Ravensburg nach der fabrikmäßigen Verarbeitungsmethode gemacht. Auch Sorau hat die Untersuchungen der aussichtsreichsten Stämme auf Faserausbeute und Ölgehalt ausgeführt.

Als praktische Ergebnisse wurden zwei aussichtsreiche Zuchttypen herausgefunden:

1. Die Zuchtlinien des weißblühenden Leines zeigen in ihrer Leistungsfähigkeit im Strohertrag und in ihrer Vegetationszeit große Ähnlichkeit mit dem weißblühenden holländischen Lein. Sie ergeben eine Intensivsorte, die unter günstigen Boden-, Düngungs- und Wasser- verhältnissen der Lagerung gut widersteht und dabei hohe Stroherträge und befriedigende Samenerträge gibt. Das Stroh hat eine lange, etwas grobe Faser. Im Gegensatz zum weißen holländischen Lein zeigen die Hohenheimer Stämme eine geringe erst hoch ansetzende Verästelung und ergeben dementsprechend weniger Samen.

2. Der zweite Zuchttyp ist der des blauen nur acht bis zehn Tage früheren Flachses. Diese Stämme besitzen eine größere Ertragssicherheit, da sie infolge ihrer Frohwüchsigkeit und frühen Reifezeit Trockenperioden im Sommer besser überstehen können und den Erdflohschäden bei trockenem Frühjahr schneller entwachsen, als die weißen Typen mit ihrer langsamen Anfangsentwicklung. Im Vergleich zu anderen blaublühenden Züchtungen sind sie mittelfrüh, sehr ertragreich im Stroh, weniger im Korn. Der Stengel ist lang, mäßig verzweigt, fein und langfaserig, dagegen weniger lagerfest. Diese Züchtung ist weniger anspruchsvoll an Boden und Klima und paßt mehr für die dortigen schwäbischen Ablagen, während die weißblühende Sorte mehr für die guten Bodenverhältnisse des schwäbischen Unterlandes in Frage kommt.

Das Forschungsinstitut Sorau N. L. arbeitet sowohl mit Linientrennung als auch mit Kreuzungszüchtung. Ein Stamm z. B., der durch Linientrennung aus einem von Ök.-Rat Bohnstedt-Benau eingeführten blauen rumänischen Flachs gewonnen war, befand sich in Sorau 1924 schon in größerer Vermehrung. Dieser rumänische Flachs,

den auch Verfasser vor einigen Jahren von Bohnstedt-Benau erhalten hat, ist ein Zwischending zwischen Faser- und Öflachs, d. h. ein ziemlich hochwüchsiger und auch ziemlich feinstengeliger lagerfester Flachs, der aber viele Anklänge an Öflachs zeigt, d. h. ziemlich breite, dunkelgrüne Blätter, ziemlich große Blüten und viele große Kapseln mit relativ großen Samen hat. Er stellt ein Gemisch sehr vielartiger Formen dar, und es lag auf der Hand, zu versuchen, aus dieser Population durch Formentrennung reine Linien zu schaffen mit hohem Strohertrag bei guter Standfestigkeit, deren Anbau wegen ihres gleichzeitigen Samenreichtums und ihrer großen und ölreichen Samen eine gute Rente versprechen würde, und die daher recht beliebt werden könnten. Der genannte Sorauer Stamm hat sich im weiteren Versuchs-anbau dort aber als Blender gezeigt, weil er einen auffallend niedrigen Fasergehalt hatte und sehr anfällig gegen *Fusarium lini* war. Er wird daher nicht weiter vermehrt. Auch einige in Landsberg a. W., aus derselben Herkunft isolierte Stämme, die in mehrjähriger Leistungsprüfung die besten deutschen Züchtungen in Stroh- und Samenertrag und Lagerfestigkeit ganz erheblich übertrafen, versagten hinsichtlich Fasergehalt und -beschaffenheit.

Aus östlichen Saaten wurden weiterhin zahlreiche reine Faserleintypen isoliert, von denen sich einige nach gut bestandener Leistungsprüfung in Vermehrung befinden. Ebenso sind auch reine Ölleinstämme in mehreren Züchtungen vorhanden. Die Kreuzungszüchtung zwischen Öl- und Faserlein führte zu interessanten und vielversprechenden Zwischentypen mit guter Faser und sehr reichem Samenertrag (1000-Korngewichte von 5,5—8 g), die zum Teil ebenfalls schon vermehrt werden. Daneben laufen rein wissenschaftliche Versuche über Vererbung von Blütenfarbe, Samenfarbe, Ölgehalt usw. Auch die Züchtung krankheitsfester Sorten ist aufgenommen worden. Und zwar wird diese von Dr. Schilling betrieben auf einem Feld, das seit neun Jahren immer Flachs bekommt. Die Unterschiede der einzelnen Linien treten sehr augenfällig und oft verblüffend hervor. Insbesondere übertrifft eine seit vier Jahren durchgeführte Auslese auf „Gesundheit“ alle Flächse ganz erheblich: Während viele Linien schon ganz tot oder absterbend waren, stand 1927 die Auslese gesund und machte sich offenbar aus dem müden Boden recht wenig. Die Versuche versprechen somit günstige Ergebnisse.

Das Institut für Acker- und Pflanzenbau der Landw. Hochschule Berlin-Dahlem, Prof. Dr. Opitz. Verschiedene, die Flachszüchtungsarbeiten des Instituts betreffenden Veröffentlichungen sind in den letzten Jahren von Opitz und seinen Mitarbeitern erschienen. Soviel bekannt, ist das Institut für Acker- und Pflanzenbau in Dahlem die einzige Flachszuchtstätte, die in großem Maßstabe mit Einschluß ganzer Stämme durch Isolierhäuser gegen Fremdbefruchtung arbeitet.

Es wird ferner in diesem Institut nach dem gewöhnlichen Ausleseverfahren und mit Kreuzungen gearbeitet. U. a. wird geprüft, ob alljährlich wiederholte Einzelpflanzen-Auslese im Vergleich zur einfachen Fortführung von Linien Erfolge zeitigt. Für den Anbau in der Praxis werden von dem Institut noch keine Zuchtstämme herausgegeben.

Das Institut für Pflanzenzüchtung der Preußischen Landw. Versuchs- und Forschungsanstalten in Landsberg (Warthe) begann 1921 unter Leitung des Verfassers mit der Züchtung des Flachses in ziemlich umfangreichem Maße. Die sehr zahlreichen Stämme, die 1925 auf über 800 Parzellen geprüft und vermehrt wurden und 1926 auf über 900 Parzellen, sind teils durch Linientrennung aus einheimischen Landsorten und ausländischen Herkünften, teils durch systematische Kreuzung verschiedener Typen Faser- × Faser- und Faser- × Ölflachs) hervorgegangen. Das gesteckte Zuchtziel ist Schaffung eines genügend frühreifen, lagerfesten Flachses mit gleichzeitig möglichst hohem Stroh- und hohem Samenertrag, einem in quantitativer und qualitativer Beziehung ausgezeichnetem Fasergehalt des Strohes und einem hohen Ölgehalt des Samens. Also ein recht weit gestecktes Zuchtziel, dessen Erreichung wir bei dem umfangreichen Material schon ein gutes Stück näher gekommen sind. Da Erkrankungen des Flachses auf den Landsberger Versuchsfeldern in keinem der Jahre beobachtet wurden, wurde die Immunitätsfrage praktisch nicht berücksichtigt. Seit 1926 stehen verschiedene Linien außer in Landsberg im vergleichenden Sortenversuch bei einer Reihe anderer Institute. Besonders eine Linie ($\frac{4}{21}$) schnitt dabei ganz vorzüglich in Lagerfestigkeit, Stroh- und Samenertrag ab. Die fasertechnische Untersuchung wird seit 1925 regelmäßig vom Forschungsinstitut Sorau ausgeführt und ergab ebenfalls wertvolle Eigenschaften.

Die Gräfl. v. Brühlsche Standesherrschaft Pforthen N. L. (Zuchtleitung: Prof. Dr. Eichinger-Pforthen N. L.). Die Züchtung wurde 1921 begonnen. Aus Bauernflächsen der Umgebung von Pforthen wurde eine Anzahl Pflanzen ausgesucht. Die so gewonnenen Stämme wurden vermehrt und auf wichtige Eigenschaften beobachtet. Es wurden etwa 300 Stämme in Anbauversuchen kleiner Art behandelt, wobei sich zeigte, daß die Bauernflächse ein buntes Gemisch stark von einander sich unterscheidender Rassen waren. Es fanden sich ausgesprochene Faserflächse mit ganz geringer Verzweigung und geringem Körnerertrag neben solchen, die weniger Stroh, dafür aber große Körnermengen liefern. Besonders auffallend waren Stämme, deren Samen ein hohes 1000-Korngewicht aufwiesen. Von dem Ausgangsmaterial wurden sieben Stämme zurückbehalten, die für die dortige Gegend besonders aussichtsreich erscheinen. Sie haben guten Strohertrag, relativ geringe Verzweigung, daneben aber hohen Samenertrag, was für die

dortigen Anbauer besonders bedeutungsvoll ist, und vor allem hohe Lagerfestigkeit, ein Zuchtziel, auf das ganz besonders geachtet wurde. Die letzten regenreichen Jahre haben dieses Zuchtziel besonders gut verfolgen lassen. Sämtliche Stämme blühen blau und waren von Anfang an konstant. Größere Vermehrungen sind noch nicht vorhanden. Die besten drei Stämme werden auf verschiedenen Gütern in Flächen von 0,25 ha angebaut, um ihre Geeignetheit auch auf größeren Flächen zu erweisen. Saatgut kann voraussichtlich erst in zwei Jahren abgegeben werden. Die sieben Stämme wurden auch einer Proberöstung in Kristianstadt mit je 60 kg Stroh unterzogen. Die Faserausbeute war die eines normalen Flachs. Besondere Unterschiede in der Qualität der gewonnenen Flächse waren nicht vorhanden.

Die von Lieres-Wilkau'sche Saatzuchtwirtschaft Alt-Rosenberg, Oberschlesien. Auf dem Gute, das auf 500 ha Ackerland jährlich 100 ha Flachs baut, nimmt dieser einen besonderen Platz ein. Die von Herrn Inspektor Pöhl unter Beihilfe von Herrn Brenneiverwalter Irmer 1922 begonnene Auslesezüchtung führt sich zurück auf einen seit 1915 in Alt-Rosenberg angebauten Russischen Lein. Durch strengste Ausmerzungen sind jetzt 4 gute Stämme gewonnen, die weiter bearbeitet werden. Das Zuchtziel geht hauptsächlich auf hohen Faserertrag von der Flächeneinheit und Lagersicherheit, wobei auch auf Ausgeglichenheit und kurze Verästelung besonderer Wert gelegt wird. Fasergehalt und -beschaffenheit werden im eigenen Betriebe, der seit 1924 eine eigene Flachsarbeit mit 40 belgischen Schwingständen besitzt, regelmäßig kontrolliert. Vorläufig stehen nur kleine Mengen zur Verfügung, so daß die Züchtungen frühestens 1930 auf den Markt kommen werden.

Nebenbei werden noch Eliten aus einer englischen und einer lettischen Leinsaat bearbeitet.

Die Zuchtstätte des Herrn Modl in Huglfing bei Weilheim in Bayern¹. Sie liegt im unmittelbaren Voralpengebiet und ist ein landwirtschaftlicher Kleinbetrieb, wie sie dort sehr häufig sind. Der Flachsbau ist speziell in dortiger Gegend heute noch zu finden. Die züchterischen Auslesen des Flachs wurden unter Herrn Modl's persönlicher Beteiligung geleitet von dem Kreissaatzuchtsinspektor von Oberbayern der Bayer. Landessaatzuchtanstalt Weihenstephan.

Die beiden Huglfinger Zuchtflächse, Stamm P und Stamm R_w sind bearbeitet nach dem deutschen Ausleseverfahren seit 1923 aus dem Pirnaer- und Rigaer-Lein. Aus dem bunten Formengemisch dieser Herkünfte wurde auf dem Wege der Formentrennung in ganz kurzer Zeit eine wesentliche Steigerung der Strohlänge des Nach-

¹ Nach freundl. brieflicher Mitteilung des Herrn Reg.-Rat Dr. A. Gassner-Weihenstephan an mich.

kommenschaftsmaterials gegenüber dem Ausgangsmaterial erzielt. Beide Stämme sind Langflächse. Stamm P wurde wegen geringer Standfestigkeit wieder aufgegeben. Stamm Rw ist standfester und wird weitergeführt. Die Ergebnisse in den Sortenversuchen der Bayer. Landessaatzuchtanstalt Weihenstephan sind hinsichtlich Strohertrag und auch Faserwert (Prüfung durch das Forschungsinstitut Sorau) für beide Zuchtstämme als gut zu bezeichnen.

Wie bereits erwähnt, sind auf Ausstellungen der Deutschen Landwirtschafts-Gesellschaft schon wiederholt in Arbeit befindliche Flachszuchten ausgestellt gewesen. Außer einigen der vorgenannten Zuchtstätten, war dies z. B. eine Flachszüchtung der Ökonomiedirektion Schwirz bei Eckersdorf, Kreis Namslau, Schlesien, die auf den D. L. G.-Ausstellungen 1925 in Stuttgart und 1926 in Breslau zu sehen war. Dieser Flachs, wohl ursprünglich eine Züchtung von Prof. Dix, soll aus Feldauslesen auf langes Stroh aus schwedischem und dänischem Lein stammen. Näheres über ihn war vom Züchter nicht zu erfahren.

Die Schlesische Saatgut A.-G. hatte auf der D. L. G.-Ausstellung 1926 in Breslau unter anderen bereits genannten Züchtungen und Herkünften auch einen „Schindlers Lein“ bezeichneten Flachs ausgestellt. Nach Mitteilung der Landw. Kammer Schlesien handelt es sich um eine noch nicht ganz fertige und daher noch nicht als Original anerkannte Züchtung von Gutsbesitzer Schindler in Leobschütz (O.-S.). Sie ist aus einem alten schlesischen blaublühenden Lein hervorgegangen, der auf eine russische, 1913 von der Flachsfabrik des Fürsten Lichnowski in Kuchelna bezogene Saat zurückzuführen ist. Die ersten züchterischen Arbeiten bestanden in einer Massenauslese, seit 1923 wird Individualauslese betrieben. Der Flachs scheint besonders auf Strohertrag gezüchtet zu werden, denn in einem Anbauversuche in Ohlau-Baumgarten übertraf er in Stengellänge den von Lochow'schen und Bensing'schen Lein. Weitere schlesische Leinzüchtungen sind im Entstehen bei Dr. Paul Mathis in Klein-Schwein b. Gramschütz, Kreis Glogau. Sein Zuchtziel ist vor allem Frühreife, dann natürlich auch Lagerfestigkeit und Faserreichtum. Bislang wurde vorwiegend mit Auslese gearbeitet. Saatgut befindet sich noch nicht im Handel und dürfte nicht vor 1929 zu erwarten sein.

Früher in der Literatur bisweilen erwähnte Flachssorten scheinen, soweit es sich überhaupt um Züchtungen gehandelt hat, wieder verschwunden zu sein. So ist in dem Führer durch die Versuchsflächen der Landessaatzuchtanstalt Hohenheim 1924 ein „Hörnings Volksstedter 742“ und ein „Dr. Schreiners Oberstankauer“ im Flachssortenversuch erwähnt. Ersterer war ein weißer im Vergleich zum holländischen Lein jedoch nicht ganz so spätreifer Flachs. Nach brieflicher Mitteilung der Saatzuchtwirtschaft Gebr. Hörning in Roßleben

handelt es sich um eine Flachszüchtung, die Eigentum ihres früheren Saatzuchtleiters B. Kalt war und von diesem mit nach Chile genommen ist. Dr. Schreiners Oberstankauer ist nach Mitteilung von Prof. Wacker wahrscheinlich keine Züchtung, sondern langjähriger sorgfältiger Anbau einer als „Böhmischer Lein“ bekannten Herkunft. Da Oberstankau (Tschechoslowakei) jetzt mit v. Lochow im Vermehrungsvertrage steht, dürfte die alte Sorte ausgemerzt sein.

In ähnlicher Weise sind wohl manche der in der älteren Literatur bisweilen als Sorten bezeichneten Flächse in Wirklichkeit nichts weiter als Lokalherkünfte, die mit dem Entstehen wirklicher Züchtungssorten ihre Bedeutung verloren haben und wieder verschwunden sind. So z. B. der von Kleberger (1920) erwähnte sächsische Lein von Andrae-Braunsdorf i. S. u. a.

Von den außerdeutschen Nachbarländern liegen nur aus einer Anzahl derselben sichere Nachrichten vor:

In der Tschechoslowakei beschäftigt sich außer der von Prof. Freundl in Tetschen-Liebwerd geleiteten Versuchsanstalt für Pflanzenzüchtung niemand mit Flachszüchtung. Die Flachszüchtung in Tetschen-Liebwerd reicht auf das Jahr 1911 zurück. Die Arbeiten waren bereits soweit vorgeschritten, daß 1917 bei der Flachsbaugenossenschaft in Kríma ein Vermehrungsfeld errichtet werden konnte. Durch die Kriegsverhältnisse konnten die Arbeiten in Kríma nicht fortgesetzt werden, und auch Tetschen mußte seine Arbeiten einschränken. Sie wurden zwar fortgesetzt, doch ging durch starken Erdflöschaden 1921 ein großer Teil der Zuchtstämme verloren. 1922 wurde daher eine neue Auslese durchgeführt und einige gerettete Stämme wieder zum Anbau gebracht. Die Zuchtarbeiten sind nun so weit gediehen, daß 1926 bei der Flachsbaugenossenschaft wieder einige Vermehrungsstämme angebaut werden konnten.

In den staatlichen Versuchen der Tschechoslowakei stand 1925 an 18 Stellen mit der Fleischmann'sche ungarische Faserflachs (s. Ungarn) der dort, wie auch 1924 sehr gut abgeschnitten haben soll.

In Österreich sind Flachszuchtstätten nicht vorhanden.

In Ungarn wird nach Mitteilung der Anstalt für Hanf- und Flachsbau in Budapest Flachszüchtung betrieben nur von der Saatzucht- und Samenverwertung A. G. Budapest, dessen Direktor für Pflanzenzüchtung Ing. Rud. Fleischmann ist. In Züchtung befindet sich nach Mitteilung des Herrn Fleischmann sowohl Faser- als auch Ölflachs. Die Zucht des Faserflachses erfolgt an der auf Domäne Debrő, Heveser Komitat, befindlichen Saatzuchtstation Kompolt, Post Kál. Über die Geschichte der Zucht dieses Flachses hat Fleischmann berichtet (1922). Sie geht auf das Jahr 1919 zurück. 1924 wurde die Züchtung anerkannt und ins staatliche Zuchtbuch eingetragen. 1925

waren bereits ca. 200 Katastraljoch Vermehrer, d. h. rund 100 ha. Der Fleischmannsche Faserflachs wird als ziemlich frühreif und trockenwiderstandsfähig beschrieben. Er ist sowohl auf hohen Stroh- als auch gleichzeitig auf hohen Samenertrag gezüchtet und auf hohe Faserausbeute. Er ist ziemlich kleinkörnig (ca. 3,8 g). Seine gute Stroh- wüchsigkeit trat auch bei Anbauversuchen in Groningen, Loosdorf N. Österreich, Markee und Irlbach, also unter recht verschiedenen Bedingungen hervor. Beim Anbau 1926 in Landsberg (Warthe) zeigten die drei geprüften Stämme dieses Faserflachses ebenfalls gute Stroh- wüchsigkeit; der Samenertrag war nur mittel. Es handelt sich hier also in erster Linie um Strohfächse. Das 1000-Korngewicht der drei Stämme betrug 1926 in Landsberg (Warthe) 3,6, 4,0 und 4,3 g.

Seit drei Jahren hat die Saatzucht- und Samenverwertung-A.-G. Budapest auf ihrer Zuchtstation Arpadhalom auch einen Öllein in züchterischer Bearbeitung. Zwei 1926 in Landsberg (Warthe) angebaute Stämme dieses zeichneten sich durch sehr hohe Stroh- und gleich- zeitig hohe Samenerträge aus, bei tadelloser Standfestigkeit. Das 1000-Korngewicht dieser Stämme betrug 6,2 und 7,0 g.

In Schweden befaßt sich Svalöf mit Flachszüchtung. Sie wird dort von Dr. Nils Sylvén (1921, 1924) bearbeitet. Man hat in Svalöf sowohl mit einfacher Auslesezüchtung als auch mit Kreuzungs- züchtung gearbeitet. Durch Individualauslese aus sowohl ausländischen wie einheimischen Stämmen sind dort mehrere neue Leinsorten gezüch- tet, von denen 1925 vier vermehrt wurden. Zwei von diesen, der „Blenda“-Lein und der „Herkules“-Lein sind 1926 in den Handel gekommen. Nach Angabe von Svalöf¹ zeichnen sich die dort gezüch- teten Sorten aus besonders durch große Stengellänge und hohen Halmertrag. In den drei Jahren, in denen sie in vergleichenden Ertrags- versuchen geprüft wurden, haben sie in Svalöf durchschnittlich etwa 50% mehr Halmertrag ergeben, als die beste (?) Handelssaat.

Gleichzeitig mit diesen Linienauslesen hat man auch Kreuzungs- züchtung zwischen den besten langstengligen Linien und den samen- reichsten Linien großsamigen Leins getrieben, um zu versuchen, neue Leinsorten herauszubringen, die den höchstmöglichen Halmertrag mit der höchsten Samenproduktion vereinen. Verfasser sah 1925 in Svalöf eine Kreuzung von Faserflachs und argentinischem Ölflachs mit einer Samengröße bis 9,69 g 1000-Korngewicht in der F₃-Generation, während die Eltern 4,12 g und 7,93 g gehabt haben. Also eine transgressive Spaltung mit ganz wesentlicher kumulativer Wirkung, die wir auch bei unseren Landsberger Leinbastardierungen erhielten.

In Dänemark sind verschiedene Flachsstämme hervorgegangen

¹ Die Schwedische Pflanzenzüchtung in Svalöf. Malmö, Skånska Litografiska Aktiebolaget 1925.

aus der Staatlichen Versuchsstation für Pflanzenbau in Lyngby bei Kopenhagen (Leiter J. C. Larsen). Einige dieser Stämme (Nr. 21 und 40) sind mit in Irischen Versuchen genannt¹. Eine von Kappert (1922) in dessen Sortenversuchen erwähnte dänische Flachszüchtung, die von der Firma Payberg in Kopenhagen geliefert war, war nicht einheitlich und zeigte auch sonst keine überragenden Eigenschaften.

In Holland wird nach freundlicher Mitteilung von Frau Prof. Tine Tammes praktische Flachszüchtung von einigen Landwirten betrieben. Doch sind noch keine dieser Züchtungen im Handel. Ein Landwirt im Osten der Provinz Groeningen soll eine sehr gute Sorte mit langem Stengel isoliert haben und diese schon seit einigen Jahren züchten. In der Provinz Friesland, wo fast ausschließlich der weißblühende Lein angebaut wird, sind im Auftrage des friesischen Vereins für Landwirtschaft Veredelungsversuche angestellt von Dr. I. C. Dorst, Konsulent für Pflanzenveredelung bei diesem Verein. Dieser hat einige Sorten isoliert, aber sie sind noch nicht genügend vermehrt, um in den Handel gebracht zu werden. Schilling² erwähnt eine gegen Rost weniger anfällige holländische Züchtung (Alba vlas, weißblühend, früher reifend).

Über den blau- und weißblühenden Flachs in Holland und seine Bedeutung für die Praxis hat Tammes (1920) nähere Mitteilungen gemacht, ebenso über ältere und neuere Auslesezüchtungsversuche in Holland. (1918 und 1924). [Vergleiche auch Manshold (1906)].

Über den Stand der Flachszüchtung in Belgien, Frankreich, Großbritannien und Irland war nichts sicheres zu erfahren. In einem Bericht der „Seed Propagation Division“ in Irland über das Jahr 1920 und 1921³ werden Ergebnisse von Sorten- und Stammesprüfungen mitgeteilt, die in den Jahren 1920 und 1921 in Irland angestellt wurden mit einer Anzahl von irischen, französischen, dänischen und kanadischen Zuchtstämmen. Von den irischen Zuchtstämmen, die als „Dept's pure line Nr. 2, 3 usw.“ bezeichnet werden, stammen die Stämme Nr. 3 und 5 aus im Jahre 1911 und die Stämme 2 und 6 aus im Jahre 1913 von Rigaflachs gemachten Auslesen, außerdem wurden noch eine ganze Reihe anderer irischer Stämme staatlicher und privater Zuchtstätten geprüft, die dort aus verschiedenen Herkünften isoliert waren, darunter Livonian I und II der Linen Industry Research Association und der British Flax and Hemp Growers Association. Die französischen Zuchtstämme in diesen Versuchen stammten von der Firma Vilmorin-Andrieux et Cie. in Paris, die dänischen

¹ S. b. Großbritannien.

² S. S. 153.

³ Report of the Work of the Seed Propagation Division. 1920 und 1921. — Journ. of the Dept. of Agric. and Technic. Instruction for Ireland, Dublin, Vol. XXI S. 38 und 452 Vol. XXIII. S. 95 und Vol. XXIV. S. 162.

(Stamm 21 und 40) von der staatlichen dänischen Samenkontrollstation Lyngby und die kanadische Züchtung „Canadian long Stem“ von dem Canadian Department of Agriculture. In genanntem Bericht wird darauf hingewiesen, daß die Vermehrung der Zuchtstämme in einem Umfang, daß für den Handel ausreichende Saatgutmengen gewonnen werden, recht schwierig sei, um so mehr, als die irischen Flachsbauer nicht gewöhnt sind, Leinsaat zu erzeugen, und auch weil das Klima Irlands der Saatgutgewinnung nicht günstig ist. Man hat daher die Vermehrung in England, Schottland, Holland, Frankreich, Kanada und Britisch-Ostafrika vorgenommen. Saatgut aus den Vermehrungsstellen wieder nach Irland zurückgebracht und dort ausgesät, brachte in einigen Fällen gesteigerte Erträge gegenüber dem in Irland gewonnenen Saatgut, in anderen Fällen aber auch nicht (Bredemann 1927).

In Lettland sind seitens der Wirtschaftsabteilung des Landwirtschaftsministeriums sehr genaue und scharfe Bestimmungen zur Förderung der Saatzucht bzw. über die Einrichtung von Saatgutvermehrungsstellen von Getreide- und Flachssaatgut erlassen¹. Nach diesen hat u. a. der Organisator der Vermehrungsstelle dem Eigentümer dieser für die Vermehrung Prämien zu zahlen. Diese sind festgesetzt für Leinsaaten:

Im ersten Jahr: für jeden Doppelzentner ausgelesener, durch die Kommission anerkannter und verkaufter Leinsaat 15 Lats (1 Lats ist bei diesen offiziellen Zahlungen = 1 Goldfrank zu setzen = 50 lettische Rubel), für jeden Doppelzentner örtlich nicht auserlesener Saat 10 Lats; im zweiten und dritten Jahr: für jeden Doppelzentner auserlesener verkaufter Leinsaat 10 Lats, für jeden Doppelzentner örtlicher Saat 7 Lats.

In Rußland wird an verschiedenen wissenschaftlichen Instituten intensiv Flachszüchtung betrieben. Schon vor dem Kriege befanden sich in Rußland 168 Leinzuchtstationen. Sie waren von der Regierung eingerichtet und berechtigten bei mustergültiger Einrichtung zu großen Hoffnungen, die aber durch den Krieg und die Revolution vernichtet wurden (Krüger 1925). Nach brieflicher Mitteilung von Dr. V. E. Pissarev, Direktor der Zentr. Versuchsstation für Genetik und Pflanzenzüchtung in Detskoe Selo bei Leningrad, sind in großer Vielfältigkeit bis jetzt noch keine Züchtungssorten vorhanden. Doch widmet sich zur Zeit eine ganze Reihe von Stationen der Vielfältigkeiten neuer von ihnen eingeführter Sorten, und es ist von besonderem Interesse, daß der Flachszüchtung in Rußland gegenwärtig die technologische Einschätzung der Faser zugrunde gelegt wird. Prof. K. C. Renard, Abteilung für Pflanzenzüchtung an der Engelhardtschen Landw.

¹ Intern. agritektur-wissensch. Rundschau. 1925. N. F. Bd. 1, S. 312. (Förderung der Saatzucht in Lettland.)

Versuchsstation in Gut Batischtschewo, Station Durowo (Ostbahn) arbeitet an der Züchtung von langstengeligen und von rostwiderstandsfähigen Flächsen. Ferner beschäftigt sich in Rußland mit der Flachs-züchtung das unter Leitung von Prof. N. I. Vavilov stehende Institut für angewandte Botanik und Pflanzenzüchtung des staatlichen Instituts für experimentelle Agronomie in Leningrad, dessen Spezialist für Flachskultur Dr. Ellady ist, ferner die Westsibirische Station für Pflanzenzüchtung in Omsk und die Abteilung für Pflanzenzüchtung der Tuluner landwirtschaftlichen Bezirksversuchsstation in Tulun, Gouv. Irkutsk, Ostsibirien (Pissarev 1925).

Auch in den Vereinigten Staaten von Nordamerika (Davis 1922, 1923), Kanada, Argentinien, Uruguay (Boerger 1921 und 1923), Chile¹, Britisch-Ostindien (Howard und Rahman [1924], Graham [1924]) und Japan ist überall die Flachs-züchtung aufgenommen.

Ein nordamerikanischer Flachs von Robert L. Davis wurde 1920 von Dr. Schneider-Sorau aus den Vereinigten Staaten mitgebracht; es war ein blauer sehr langstenglicher, wenig lagerfester und verhältnismäßig samenarmer, spätreifender Flachs, übrigens durchaus nicht einheitlich.

Dr. Schilling-Sorau erwähnt in seinem im dortigen Forschungsinstitut 1927 angebauten Sortiment noch den „Saginaw“ (Schilling 1927). Es ist dies eine nordamerikanische Züchtung, die in den Vereinigten Staaten und Japan wegen der Faserqualität gelobt wird. Sie sollte vor einigen Jahren nach Deutschland verkauft werden, jedoch zeigte sich — nach brieflicher Mitteilung Schillings —, daß sie für unser Klima offenbar nicht recht geeignet ist; sie leistet viel weniger als deutsche Züchtungen.

Viertes Kapitel.

Zur Geschichte des Flachsbaues.

(F. Tobler.)

Aus den Funden von Samen, Früchten, Stengeln und Fasern in den Pfahlbauten Süddeutschlands und der Schweiz ist bekannt, daß in der jüngeren Steinzeit ein Anbau von Flachs mit Sicherheit stattgefunden hat. Doch steht nicht vollkommen fest, um welche Art es sich dabei handelt. Vieles spricht dafür, daß die damals gebaute mehrstenglige, also wohl ausdauernde Pflanze der schmalblättrige Lein (*L. angustifolium*) gewesen sei, also eine halbstrauchige, und für Faserertrag

¹ B. Wunder, in „Memoria de los trabajos realizados en el año 1925. Instituto Biológico y Estación experimental de la Sociedad Nacional de Agricultura“. Santiago de Chile. 1926. S. 252.

jedenfalls im Vergleich mit unserem heutigen Flachs wenig ergiebige Form. Daß es sich, wie andere meinen, um den, gleichfalls ausdauernden, österreichischen Flachs (*L. Austriacum*) gehandelt haben soll, ist wenig wahrscheinlich. Und neuerdings versucht Gentner (1921) nachzuweisen, daß auch die erstgenannte Form nicht selbst in den Pfahlbau-funden vorliege, vielmehr der (wohl von ihr abstammende) zweijährige Winterlein, dessen Anbau in Süddeutschland und den Alpen bis in die Jetztzeit erhalten geblieben ist. Vergleich der Verzweigungsformen spricht sehr hierfür. Dagegen weicht der „römische Winterlein“ (*Lino invernegno italiano*) in Frucht und Samen etwas hiervon ab. In der alten Eisenzeit hat mit Sicherheit ein sehr erheblicher Anbau in ganz Nordeuropa bis nach Schweden stattgefunden und es dürfte sich hierbei wohl noch um einen Anbau im Anschluß an den der Steinzeit handeln. Der heutige (einjährige) Flachs hat seinen Ursprung mehr im Südosten gehabt, doch steht keineswegs fest, ob er aus Asien, vielleicht aus der Gegend vom Kaspischen Meer, oder vielmehr aus dem südöstlichen Mittelmeergebiet stammt. Jedenfalls ist der heutige Kulturflachs bereits die Art, die im alten Ägypten¹ zum Anbau gelangte und dort in geschichtlicher Zeit an die Stelle der Wolle trat. Spring- und Schließlein sollen nebeneinander bekannt gewesen sein. Es steht ferner fest, daß durch die Kelten der im Orient und Mittelmeer zunächst herrschende Anbau des Kulturflachs nach ganz Mitteleuropa getragen worden ist. Hier hat er dann nach Norden fortschreitend die ältere Form, den Pfahlbautenlein, verdrängt. Diese Erscheinung ist vor allem dadurch bemerkenswert, da mit ihr an Stelle der ausdauernden die einjährige Flachspflanze getreten ist. Schon in der ägyptischen Zeit wird die Kulturform wohl der Schließlein gewesen sein, doch hat sich neben ihm sicher auch im Anbau noch geraume Zeit später der Springlein befunden². Andeutungen bei Plinius sprechen dafür, daß selbst in der Römerzeit in Südeuropa noch die Form mit aufspringender Kapsel angebaut wurde, die dann erst später endgültig aus der Kultur ausschied. Der heutige Schließlein war aber bereits im 3.—5. Jahrhundert v. Ch. in Norddeutschland in Kultur³.

Neben diesen vom Mittelmeer ausgehenden Gebieten des heutigen Kulturleins sind aber auch sehr viel neuere in anderen Ländern zu verzeichnen. In Amerika hat sich der Flachs als erste Kulturpflanze nach der Urbarmachung vorher bewaldeter Gebiete und als Vorläufer des jeweiligen Weizenanbaues eine wichtige Rolle erobert. Es dürfte das

¹ Schweinfurth hat den Lein in einem Totenopfer von Dra Abu Negga (12. Dynastie, 2400—2200 v. Chr.) nachgewiesen, zu welcher Zeit er nach Darstellungen schon Kulturpflanze war (Gentner 1921).

² Heute noch nach Schindler (1927) in den baskischen Provinzen Spaniens.

³ Hegi, S. 22.

für Nordamerika und später für Südamerika im gleichen Sinne gelten. Auch in Afrika und Australien hat neuerdings der Flachs gelegentlich Aufnahme gefunden. Mit dem Beginn der neueren Zeit ist aber zu unterscheiden zwischen dem Anbau des Kulturflachses als Faser- oder als Ölpflanze, da, diesen verschiedenen Nutzungen entsprechend, die heutigen Kulturtypen auseinander gehalten sein wollen. Selbstverständlich handelt es sich heute bei beiden Gruppen um Schließlein, aber ebenso wie dieser sich allmählich vom Springlein abtrennte, wird sich auch der reine Faserlein in seinen besten Formen mehr und mehr vom Öllein trennen lassen. Wie schwierig es bei den heutigen Angaben, die meist über die Art der Nutzung keinen hinreichenden Aufschluß geben, sich gestaltet, anzugeben, welcher Typus den Anbau eines neueren Gebietes ausmacht, wird im Folgenden noch erörtert werden.

Fünftes Kapitel.

Anbauggebiete.

(F. Tobler.)

Im allgemeinen ist das Klima, unter dem der Formenkreis unserer Flachspflanze gut gedeiht, das einer feuchteren und kühleren Lage, die auch verhältnismäßig hoch und windreich sein kann. Besonders wertvoll scheint die Faser im Seeklima zu werden, wie das der Anbau im westlichen Europa, Südafrika und Teilen Ägyptens zeigt. Die Ölausbeute soll in wärmeren und trockeneren Gegenden (Südrußland, Argentinien, Ägypten) größer sein. Aus einer Reihe von bemerkenswerten Erfahrungen und Versuchen geht hervor, daß gute Faserflachsorten (z. B. russische Saaten) im wärmeren Klima Asiens oder Afrikas in der Ausbildung der Faserbündel und Faser zwar nicht zurückbleiben, aber Veränderungen in der Ausbildung der Oberhaut erfahren, die nicht ohne Einfluß auf die Aufbereitung sein könnten: anscheinend nimmt die Dickwandigkeit der Oberhaut und bisweilen auch der darauf folgenden Zellschicht zu. Meine eignen Versuche hierzu sind noch im Gange.

Ob Ertragssteigerung bei Flachs durch Klimawechsel erzielt werden kann wie Busse (1922) angibt, ist wohl noch eine unvollständig gelöste Frage. Versuche Bredemanns (1927) sprechen nicht dafür.

Von den früheren Anbaugebieten des Flachses ist bereits die Rede gewesen. Die heutigen genauer festzulegen, hat nur in soweit Sinn, als es dabei möglich ist, zwischen der Nutzung auf Faser und auf Öl zu unterscheiden. Während sich Schürhoff (1921/2) bemüht hat, einzelne meist aus Sonderberichten verschiedener Art und sehr verschiedenen Wertes stammende Angaben zusammenzustellen, ohne auf diesen Unterschied eingehen zu können, hat Boerger (1923) eine gute Zu-

sammenstellung nach den internationalen landwirtschaftlichen Übersichten gegeben, die zunächst hier wiederholt sei (s. Tabelle). Aus dieser ergibt sich zunächst, daß der Leinsaatanbau für Europa, Asien, Amerika noch 1909/13 annähernd gleich (etwa 1,6 Millionen Hektar) war, während er nach dem Kriege 1919/21 in Europa fast um die Hälfte des früheren gesunken, in Amerika und Asien aber nur wenig geringer geworden war. Dagegen war der Faserleinanbau in Europa vor dem Kriege 1909/13 fast ebenso groß wie der damalige Leinsaatanbau, der von Amerika gleich Null, der von Asien etwa ein Zehntel des europäischen. Nach dem Kriege 1919/21 ist wiederum auch hier die bekannte Abnahme des Anbaues in Europa zu erkennen, während nun der amerikanische Anbau in Erscheinung tritt und der asiatische nur geringe Abnahme zeigt.

An Faserlein bauenden Ländern kommt an Fläche heute in Europa Rußland weit an erster Stelle, mit sehr viel geringeren Flächen und Ernten mögen sich die Wage halten Belgien, Holland, England, Frankreich, Esthland, Litauen, Deutschland, Tschechoslowakei. Die Ziffern gehören nicht hierher, sind auch einwandfrei schwer zu erreichen (veröffentlichte sind sehr oft solche, die zu Werbezwecken und vor dem Anbau bekanntgegeben werden!). Doch fällt daneben in Asien eine weitere erhebliche Menge auf Rußland, eine nicht unbeträchtliche aber auch auf Japan. Mit den europäischen Flächen tritt in geringeren Wettbewerb wohl die Fläche in Ägypten, Süd- und Nordafrika erscheint nicht mit Zifferangaben, verdient indessen Beachtung für die weitere Entwicklung. In Ostafrika (Kenya-Kolonie, Scott und Hamilton 1921) ist ein anfangs viel gerühmter Flachs-anbau wieder eingegangen, in Cypern dagegen ein solcher im Entstehen (Goulding 1927).

Anders beim als solchen verzeichneten Öllein- (Leinsaat-)Bau wenn man die Tabelle zugrunde legt. Doch ist zu bedenken, daß eine scharfe Trennung nicht zu ziehen ist, weil viele Flächen für Öl und Faser in Frage kommen, vielleicht auch in der Tabelle doppelt enthalten sind. Jedenfalls ist mit den Möglichkeiten und Bestrebungen, die Faser auch des geringeren Flachses, des Öltypus, nutzbar zu machen, eine Verschiebung zugunsten der „Faserfläche“ zu erwarten. Hierin sind namentlich die amerikanischen Gebiete, sowohl in Nord- wie in Südamerika bedeutsam, worüber die Angaben Boergers (1923) am besten belehren und wofür die Mitteilungen aus Kanada bewertet werden wollen (hierzu vgl. in der Literatur unter Kanada 1915, Mac Cracken 1916, Grisdale 1917 und 1920, Güssow 1917, Hutchinson 1925 u. a.). Noch gegenwärtig wird das Meiste des Ölfachsstrohes in Kanada verbrannt, in einzelnen Teilen wird es gemäht und zu Bindezwecken verwendet.

In den Bemerkungen über Klima und Standort des Flachses (S. 78ff.) ist über die Möglichkeiten des Anbaus in aller Welt alles Nötige gesagt. Es gibt kaum ein Land, in dem der Flachs den Anbau nicht ertrüge; wohl aber fragt sich bisweilen, wie weit er wirtschaftlich als lohnend zu bezeichnen ist, worauf an anderer Stelle noch eingegangen wird (S. 203 ff.).

Von älterer und noch heute wenigstens in Resten erhaltener Flachskultur im deutschen Sprachgebiet, z. T. heute im stetem Wechsel der Anbaumenge, meist freilich abnehmend, und in oft hartem wirtschaftlichem Kampfe, nicht selten nur durch stete und mühevollere Werbung einsichtiger Führer der Flachsindustrie gestützt, seien folgende Landstriche erwähnt: Schlesien, Böhmen, Mähren, Kärnten, Tirol (Ötztal!), Bayern (auch Winterleinbau als Besonderheit, s. S. 4), Sachsen, Thüringen, Brandenburg, Pommern, Ost- und Westpreußen (bzw. Polen), Hannover, Westfalen, Hessen, Baden, Württemberg, d. h. so ziemlich alle Teile des Deutschen Reiches und Sprachgebietes, wie sich das auch aus der geschichtlichen Darstellung ableiten läßt. Während früher die berühmtesten Anbau- und Verarbeitungsgebiete zusammenfielen (Schlesien [Scheel 1926], Westfalen), ist im Verlauf der Entwicklung darin Wandel eingetreten, der sich durch die sonstige Umwertung des Bodens, durch die Industrialisierung gewisser Gebiete und die Verkehrsverhältnisse ohne weiteres und in einer auch an andern Gegenständen zu verfolgenden Art erklärt. Doch sind — Hand in Hand mit der Höhe der Landwirtschaft — Unterschiede in der Güte des Flächse, auch abgesehen von den Punkten besonderer züchterischer Bestrebungen, nach Gebieten sicher zu verzeichnen: Schlesien und Brandenburg treten heute deutlich im deutschen Anbauggebiet für Faserflachs, als das hochwertigere Erzeugnis der Pflanze, hervor, sie sind zugleich noch Sitz wesentlicher und guter Verarbeitung, während die berühmte westfälische und hannoveraner Industrie kein oder bescheideneres Anbauggebiet ihr eigen nennt.

Im Ausland ist Holland (Frost 1909) ein anerkannt vorzügliches, auch verarbeitendes Anbauggebiet geblieben, Belgien geringer im Anbau als in der Verarbeitung zu bewerten, Rußland mit den Ostseeländern aber noch immer an der Spitze für eigne Erzeugung und Verarbeitung. Daß große neuere Anbauggebiete, wie die amerikanischen (Hyslop 1925) in der Verarbeitung nicht Schritt halten, vielleicht nie sie wesentlich aufnehmen könne, ist eine wichtige, aber rein wirtschaftlich aufzufassende Tatsache. In diesem Zusammenhang will jeder Fortschritt in der Art der Aufbereitung, besonders der primären, in allen Ländern größeren Anbaues (Rußland, Amerika) sorglich bewertet sein. Damit allein kann, neben allen Ein- und Ausfuhrfragen des Flachses in unverarbeitetem Zustande, eine neuartige Gestaltung der Flachsgebiete, auch

Weltübersicht über den Leinbau

Nr.	Länder	Lein-					
		Anbauflächen ha		Erntemengen dz			
		1909/13	1919/21	1909/13	%	1919/21	%
1	Belgien	—	—	—	—	—	—
2	Bulgarien	291	578	1 550	—	2 561	—
3	Deutschland	16 700	46 183	—	—	—	—
4	Esthland	—	20 373	—	—	69 761	—
5	Frankreich	24 905	24 722	1 353 394	—	1 189 322	—
6	Griechenland	—	—	—	—	—	—
7	Großbritannien	—	—	—	—	—	—
8	Holland	13 377	14 601	92 652	—	1 113 390	—
9	Italien	17 080	19 800	83 540	—	102 667	—
10	Litauen	—	34 414	—	—	158 900	—
11	Österreich	39 063	3 062	1 763 444	—	9 504	—
12	Polen	—	69 714	—	—	304 395	—
13	Rumänien	21 152	12 020	1 186 533	—	46 469	—
14	Rußland, Europa	1 379 886	622 519	5 419 544	—	—	—
15	Schweden	1 555	2 641	3 502	—	5 380	—
16	Spanien	2 974	1 241	6 537	—	11 862	—
17	Tschechoslowakei	—	22 962	—	—	76 853	—
18	Ungarn	—	—	—	—	—	—
19	Jugoslawien	—	—	—	—	—	—
20	Andere Länder	—	—	—	—	—	—
	Europa	15 169 833	8 948 830	60 377 716	21,6	10 186 674	4,9
21	Kanada	418 793	419 816	3 058 385	—	1 527 683	—
22	Vereinigte Staaten	1 007 597	596 918	4 954 567	—	2 213 443	—
23	Andere Länder	—	—	—	—	—	—
	Nordamerika	14 263 900	10 167 344	80 129 522	28,6	37 411 226	17,8
24	Brit. Indien	1 545 100	988 228	5 047 315	—	3 126 038	—
25	Japan	4 912	27 699	24 935	—	143 005	—
26	Rußland, Asien	1 578 17	107 919	573 506	—	—	—
27	Andere Länder	—	—	—	—	—	—
	Asien	1 707 829	1 123 846	5 645 756	20,2	32 690 433	15,6
28	Ägypten	1 873	2 011	9 508	—	21 497	—
29	Algier	553	328	3 356	—	1 744	—
30	Marokko	7 309	28 581	63 077	—	106 571	—
31	Tunis	2 280	3 457	9 420	—	12 500	—
32	Andere Länder	—	—	—	—	—	—
	Afrika	12 015	34 377	85 361	0,3	142 312	0,7
	Nördliche Halbkugel	4 663 217	3 069 787	19 781 785	70,6	8 171 155	38,9
33	Argentinien	1 620 420	1 470 017	7 904 062	—	10 518 767	50,1
34	Chile	358	284	4 772	—	5 052	—
35	Uruguay	51 205	31 523	241 541	—	233 990	0,9
	Südamerika	1 671 983	1 501 824	8 150 375	29,1	10 757 809	51,2
36	Australien	427	672	2 237	—	2 613	—
	Südliche Halbkugel	1 672 410	1 502 496	8 152 612	29,1	10 760 422	51,2
	Total	6 335 627	4 572 283	27 934 397	99,8	18 931 577	90,1
	Abrundungsziffern	—	—	65 603	0,2	2 068 423	9,8
	Geschätzte Welternte	—	—	28 000 000	100,0	21 000 000	100,0

vor und nach dem Weltkriege.

saat				Faserlein					
Ausfuhr dz				Anbaufläche ha		Erntemengen dz			
1909/13	%	1919/21	%	1909/13	1919/21	1909/13	%	1919/21	%
1538780	—	225551	—	19802	29199	235364	—	333753	—
1186	—	—	—	291	578	2029	—	1976	—
68707	—	530590	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	20373	—	—	72148	—
21029	—	8662	—	24905	24722	184264	—	173190	—
—	—	—	—	409	—	—	—	—	—
128792	—	37896	—	21454	35442	107504	—	151239	—
629273	—	40579	—	13377	14601	78363	—	77823	—
430	—	25	—	8880	7950	28600	—	24000	—
—	—	25445	—	—	34414	—	—	139100	—
11877	—	6004	—	39063	3062	240935	—	20381	—
—	—	1681	—	—	69714	—	—	381292	—
28179	—	—	—	21152	12020	22062	—	7283	—
1365662	—	—	—	1379886	622519	5697054	—	—	—
1097	—	5	—	1555	2641	5117	—	7565	—
—	—	—	—	2974	1241	9048	—	4273	—
—	—	410	—	—	22962	—	—	116786	—
7272	—	—	—	16824	3939	128170	—	—	—
—	—	—	—	1580	14439	6854	—	85369	—
1058	—	2273	—	—	—	—	—	—	—
3803342	22,8	879121	6,0	1552152	919916	6745364	89,9	1596178	39,9
1860362	—	540542	—	—	7794	—	—	26889	—
20043	—	4882	—	—	—	—	—	—	—
4238	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1884643	11,2	545424	3,7	—	7794	—	—	26889	0,7
3740641	—	2154368	—	—	—	—	—	—	—
1643	—	52755	—	4912	27699	23322	—	97119	—
—	—	—	—	157817	107919	573847	—	—	—
103317	—	104349	—	—	—	—	—	—	—
3845601	23,0	2311472	15,7	162729	135618	597169	8,0	97119	1,4
—	—	479	—	1873	2011	32955	—	14429	—
3526	—	4639	—	553	328	850	—	1000	—
67015	—	172564	—	—	3762	—	—	8009	—
8054	—	12947	—	—	—	—	—	—	—
20479	—	—	—	—	—	—	—	—	—
99074	5,9	190629	1,3	2406	6101	33805	—	23438	0,6
9632660	57,7	3926646	26,7	1717307	1069429	7376338	98,4	1743624	43,6
6880070	—	10426717	—	—	—	—	—	—	—
138	—	21	—	358	284	576	—	—	—
198581	—	187286	—	—	—	—	—	—	—
7078789	42,3	10614024	72,2	358	284	576	—	—	—
4345	—	18911	—	427	672	580	—	542	—
7083134	42,1	10632935	72,3	785	956	1156	—	542	—
16715794	100,0	14559581	100,0	11718092	1070384	7377494	98,5	1744166	43,6
—	—	—	—	—	—	122506	1,5	2255834	56,4
—	—	—	—	—	—	7500000	100,0	4000000	100,0

hinsichtlich des Anbaues selbst, ausgelöst werden. Außerdem spielen bei den Ländern großen neuen Anbaues, wenn sie wie die Teile Amerikas unter völlig andern Lohnfragen stehen, die Wege zur Erleichterung der Ernte (Maschinenernte, s. S. 205, vgl. Schneider [1920, 1]) eine ausschlaggebende Rolle für die spätere Entwicklung, ja für den Wettbewerb der Länder untereinander, voran aber für den der alten und der neuen Welt.

Sechstes Kapitel.

Der Anbau des Flachses.

(K. Opitz.)

A. Klima und Boden.

Die natürlichen Wachstumsbedingungen, Klima und Boden, sind es in erster Linie, welche den Erfolg des Ackerbaues in ausschlaggebender Weise bestimmen. Dem kann der Landwirt zunächst dadurch Rechnung tragen, daß er für die gegebenen Verhältnisse besonders geeignete Kulturpflanzen und -sorten anbaut. — Erst in zweiter Linie stehen die anderweitigen Kulturmaßnahmen, deren Aufgabe es ist, die natürlichen Standortsbedingungen in möglichst günstigem Ausmaß zu beeinflussen.

Der zur Fasergewinnung bestimmte Lein ist ökologisch durch den trotz seiner kurzen Wachstumszeit außerordentlich großen Bedarf an Wasser gekennzeichnet. — Nach alter Erfahrung ist die Flachsernte nach Menge und Güte beim Anbau des Frühflachses in unserem Anbaugebiet von der Höhe und Verteilung der Niederschläge etwa von Mitte Mai bis Anfang Juli abhängig. Bei günstigem Witterungsverlauf während dieser Periode, d. h. bei einer Regenhöhe von ungefähr 120 mm und deren leidlich guter Verteilung, ist die Flachsernte gesichert; während im entgegengesetzten Falle Mißernten eintreten. Trockenperioden im Mai und Juni pflegen sich aber bei uns leider mit einer gewissen Regelmäßigkeit, wenn auch mit ganz verschiedener Intensität, einzustellen. Aus diesem Grunde vornehmlich ist der Flachs z. B. in den östlichen Gebieten, abgesehen von den feuchteren Küsten- und Gebirgslagen, eine verhältnismäßig unsichere Frucht. — Der Wasserverbrauch beruht auf der Morphologie und Anatomie der Pflanze und auf ihren Lebensfunktionen. — Trotz der im Vergleich zu anderen Arten sehr geringen Oberfläche der einzelnen Flachspflanze ist die verdunstende Gesamtoberfläche je Hektar infolge des sehr dichten Bestandes eine außerordentlich große. — Herzog (1920, 3) untersuchte

den anatomischen Bau mit besonderer Berücksichtigung der Spaltöffnungen, also der die Stärke der Wasserverdunstung regelnden Organe, und fand für die obere Fläche des Laubblattes 2440—3990, pro Stengel 12816—19380 Spaltöffnungen und als verdunstende Oberfläche einer Pflanze 2759—5855 qmm. Bei Umrechnung der Gesamtzahl der Spaltöffnungen auf die Flächeneinheit bebauten Landes würde man nach Herzog zu Werten gelangen, welche über das menschliche Begriffsvermögen hinausgehen. — Die verbrauchte Wassermenge beträgt nach dem genannten Autor bei einer Wachstumsdauer von 100 Tagen $8\frac{1}{4}$ Millionen Liter pro Hektar, was einer Regenhöhe von 825 mm entspricht; eine nach unseren Begriffen allerdings unwahrscheinlich hohe Zahl.

Es kommt nun aber weiter darauf an, wie groß die wasseraufsaugende Kraft der Wurzel ist und wie sich hiernach die Wasserbilanz der Pflanze bzw. eines ganzen Bestandes unter normalen Verhältnissen stellt. Eine vollständige botanische Analyse der Flachswurzel ist meines Wissens noch nicht versucht worden. Wir müssen uns daher mit den wenigen Feststellungen, die bisher über die äußere Erscheinung der Wurzel vorliegen, begnügen. — (Vgl. hierzu auch S. 7 ff.)

Schon in der ersten Auflage seiner bekannten Schrift „Der Flachs, seine Kultur und Verarbeitung“ bemerkt Kuhnert: „Gewöhnlich nimmt man an, daß der Flachs ebenso weit in die Erde eindringe, wie er darüber wächst“; eine Annahme, welche Herzog (1920, 3) auf Grund zahlreicher Untersuchungen voll bestätigen konnte. Herzog bemerkt anschließend: „Die Seitenwurzeln entstehen fortwährend von oben nach unten, sind sehr fein, neigen zur reichlichen Verästelung, bleiben aber durchweg kurz (höchstens 12 cm). — Die Kraft der Pfahlwurzel ist gering, was ihr in dieser Beziehung fehlt, muß sie durch die Feinheit ihrer Wurzelfasern ersetzen.“

Orth (1894) stellte auf leichtem Sandboden folgende Maße fest:

Alter der Pflanze.....	74 Tage	
Oberirdisch	71 cm	} Länge.
Unterirdisch	67 cm	

In dem trockenen Anbaujahr 1925 führte Hoffmann auf dem Versuchsfelde des Instituts für Acker- und Pflanzenbau der Landw. Hochschule Berlin, Wurzeluntersuchungen an sechs über die ganze Wachstumsperiode verteilten Daten durch. — Unter einer 30 cm starken Schicht lehmigen Sandes lagerte hier eine zementartig verhärtete Sandschicht von etwa 30 cm, darunter steifer Lehm. Das Längenwachstum der Wurzel war jedesmal dem des Sprosses erheblich voraus; vornehmlich im jugendlichen Stadium war die Wurzel länger als der Sproß. — So betrug z. B. am 28. 5. (25 Tage nach der Aus-

saat) die Länge des Epikotyls im Mittel von 102 Pflanzen 8—10 cm, die der Hauptwurzel 30 cm. — Infolge der anhaltenden Trockenheit erreichten die Flachsstengel bis zu Blüte am 3. 7. nur eine Länge von 50—60 cm; bis 30 cm Tiefe war jetzt ein dichtes Wurzelnetz vorhanden; in erheblicher Zahl erstreckten sich die Wurzeln bis auf 65 cm, während einzelne Stränge bis zu 1,10 m Tiefe hinabreichten. Die Seitenwurzelbildung war (in Übereinstimmung mit Herzog) gering.

Beachtenswert ist nach den Dahlemer Beobachtungen also

1. das Tiefenwachstum der Flachswurzel an sich,
2. ihr Vermögen, durch feste Bodenschichten bis in den Untergrund vorzudringen,
3. die im Vergleich zum Stengel schnellere und eine größere Länge erreichende Entwicklung der Wurzel, wobei allerdings die abnorme trockene Witterung des Beobachtungsjahres in Betracht gezogen werden muß.

Im ganzen genommen weisen die vorstehend angeführten Beobachtungen darauf hin, daß der Flachspflanze doch eine stärkere Wurzelkraft innezuwohnen scheint, als gemeinhin angenommen wird. Eine klare Antwort auf die Frage der Sicherstellung der Wasserbilanz erteilen sie aber nicht. Wir müssen auch hier, wie in vielen anderen Fällen, die allgemeine Erfahrung würdigen, welche besagt, daß der Wachstumsfaktor Wasser für den Flachs sehr oft ins Minimum gerät und diesem Gesichtspunkt bei der Wahl des Standortes und bei allen Kulturmaßnahmen weitgehend Rechnung tragen.

Viel dürreverträglicher ist der Öllein. Seine Kultur ist in semi-ariden und ariden Gebieten weit verbreitet. Durch natürliche Zuchtwahl sind hier dürreresistente Landrassen, die für die Fasergewinnung untauglich sind, aber hohe Kornerträge erzeugen, entstanden. Ein höchst erstrebenswertes Ziel der Leinzüchtung ist die Kombinierung beider Leistungsrichtungen durch künstliche Kreuzung (s. Abschnitt II, 8. über Züchtung). — Der Klimafaktor „Wärme“ tritt hinter der Bedeutung des Wassers für die Flachskultur mehr in den Hintergrund. — Das Temperaturminimum für die Keimung liegt wenig höher als das unserer Sommergetreide. — Spätfröste von 3—4° Kälte werden nach Maßgabe zahlreicher Beobachtungen von der jungen Pflanze ohne wesentlichen Schaden überstanden. — Die Wärmesumme des Leins, ein allerdings nur sehr bedingt brauchbarer Maßstab für den Temperaturbedarf der Pflanzen, beträgt mit ca. 1600—1800° weniger als z. B. die der Gerste (1700—2200°)¹.

In der Blüte ist sonniges und warmes Wetter willkommen, obgleich auch bei weniger günstigen Verhältnissen ein normaler Frucht-

¹ Krafft-Fruwirth, Pflanzenbaulehre. Berlin 1919. S. 34 u. S. 37.

ansatz erfolgt, da der Lein vorwiegend Selbstbestäuber ist. — Zur normalen Ausreifung ist jedoch günstiger Witterungsverlauf Vorbedingung, da anhaltendes oder von neuem einsetzendes Regenwetter Zwiewuchs, stärkere Verästelung, eine neue Blühperiode und sonstige für den Wert des Erzeugnisses verderbliche Folgen zeitigen kann.

Unter günstigen klimatischen Verhältnissen spielt die Beschaffenheit des Bodens für den Flachsbau eine weniger bedeutsame Rolle. Milde bis leichte Böden bieten ihm infolge ihrer guten physikalischen Eigenschaften einen besonders günstigen Standort. Im allgemeinen sind, wie bei den meisten unserer Kulturpflanzen, nur die sog. extremen Böden für die Kultur des Flachs auszuschalten: schwerste Tonböden wegen der oft unvermeidlichen Verkrustung, welche Aufgang und Jugendentwicklung der zarten Pflanze stark beeinträchtigt und auf dem dicht bestandenen Flachsfelde schwerer zu beseitigen ist als bei anderen Kulturen, ferner leichter Sand wegen Wasser- und Nährstoffmangels; auch die allzu humusreichen Böden, vornehmlich in ihrer extremsten Form als Moorböden, die wegen ihres hohen Stickstoffgehaltes ein schlechtes Erzeugnis liefern und auf Spätfröste am stärksten reagieren, sind ungeeignet, endlich ausgesprochene Kalkböden. Für den Anbau standfester Sorten von Öllein kommen dagegen auch die Humusböden in Betracht.

In außerdeutschen Anbaugebieten gilt der Lein als ein vorzüglicher Erschließer von Neuland. So betont Boerger (1923) die Bedeutung des Leins als Neulandpflanze auf den sonst mit Gras bewachsenen Steppen des La-Plata-Gebietes. — In Nordamerika wie in den Ostseeprovinzen des alten Rußland mit ihrer extensiven Bodennutzung und mehrjähriger Brachehaltung steht der Flachs als erste Frucht auf dem gebrachten oder bisherigen Graslande. Bei uns zählt man ihn hingegen keineswegs zu den für Neuland besonders geeigneten Früchten, sondern vertritt eher die gegenteilige Ansicht. — Der Widerspruch ist wohl nur ein scheinbarer. — Es kommt darauf an, was man unter „Neuland“ versteht. — Wo infolge von noch vorhandenem Landüberfluß erst allmählich jungfräuliche Böden von natürlicher Fruchtbarkeit in Kultur genommen werden, dürfte der Lein, zumal in der weniger empfindlichen Form des Ölleins, durchaus zur erstmaligen Nutzung solcher Landflächen geeignet sein. — Bei uns schafft man dagegen Neuland aus Moor oder Heidesand, höchst selten auf besserem Waldboden. Daß hier unser Faserflachs nicht gut gedeihen kann, liegt auf der Hand. Es ist ja gerade die „alte Kraft“ des Bodens, welche bei uns als beste Grundlage für die Erzeugung eines edlen Gewächses schon längst erkannt worden ist.

In trockenen Lagen wäre den feinerdereichen Böden infolge ihrer hohen Wasserkapazität und guten kapillaren Leitung natür-

licherweise vor den leichteren und wasserärmeren der Vorzug zu geben, da sie in der Lage sind, den Mangel an Niederschlagswasser durch aufgespeichertes Bodenwasser wenigstens teilweise zu ersetzen. Man darf allerdings diesen Gesichtspunkt nicht überschätzen; ein erheblicher Teil dieses Bodenwassers ist festgebunden und den Pflanzenwurzeln nicht ohne weiteres zugänglich, und zwar in um so geringerem Grade, je höher der Feinerde- und Tongehalt ist. Deshalb mißt man ja den optimalen Wassergehalt nicht an dem prozentischen Wassergehalt eines Bodens, sondern in Prozenten seiner Wasserkapazität. Auch verdunstet ein schwerer Boden bei fester Lagerung unter sonst gleichen Verhältnissen mehr Wasser als ein leichter. Die Vorzüge des ersteren können in Zeiten des Wassermangels nur zur Geltung kommen, wenn er sich in günstiger Struktur befindet. — Hier haben also die Kulturmaßnahmen einzusetzen.

Im großen und ganzen muß bei der Wertschätzung der Ackerböden gerade für die Kultur des Flachses größeres Gewicht auf die physikalischen und biologischen Eigenschaften gelegt werden als auf die chemischen, deren Verbesserung ja weitgehend in der Hand des Landwirts liegt. — Die Böden, welche mit Erfolg Flachs tragen sollen, müssen, um einen scheinbar unklaren, gerade aber in neuester Zeit wieder in einem bestimmten, unten noch näher zu kennzeichnenden Sinne angewandten Ausdruck zu gebrauchen, gesund sein. Dazu gehört mit in erster Linie die entsprechend tiefe Lage des Grundwasserspiegels; und wo diese nicht von Natur gegeben ist, Entwässerung durch Drainage, die übrigens auch ohne Rücksicht auf den Grundwasserstand auf allen schweren Böden in regenreichen Gebieten kaum zu entbehren ist. Auf leichteren Böden wäre hingegen eine Entwässerung von Übel, sofern der Grundwasserspiegel noch unter dem Wurzelbereich des Leins liegt.

B. Bodenbearbeitung.

Die ganze Veranlagung der Leinpflanze, ihre große Empfindlichkeit gegen ungünstige Bodenzustände, macht größte Sorgfalt bei der Bodenbearbeitung unbedingt erforderlich. Herstellung und Erhaltung der Bodengare vor und nach der Aussaat, Lockerung und Krümelung des Bodens bis auf größere Tiefe, Wasserspeicherung und -erhaltung bei guter Durchlüftung, also Förderung der physikalisch und biologisch günstigen Vorgänge bei gleichzeitiger Nährstofferschließung sind die leitenden Gesichtspunkte. Die Vorbereitung des Saatackers beginnt demgemäß sofort, nachdem die Vorfrucht, welcher Art sie auch sei, das Feld geräumt hat. Folgt der Flachs nach Getreide oder anderen Körnerfrüchten oder Futtergewächsen, so verrichtet die erste Bearbeitung der bewährte Schälplug oder ein anderes die oberste

Bodenschicht gründlich lockerndes Gerät. Bis zu der unbedingt vor Winter auszuführenden Saatfurche ist die Bodenoberfläche vor Erhärtung und Klumpenbildung durch geeignete Maßnahmen sorgfältig zu schützen. Nach Wurzelfrüchten, welche das Feld spät, aber in gut gelockertem Zustande verlassen, erfolgt natürlich nur einmalige Bearbeitung vor Wintersanfang.

Durch exakte Versuche ist meines Wissens die Bedeutung der Tiefkultur für den Flachs noch nicht erwiesen. Alle praktischen Erfahrungen und Überlegungen sprechen aber in Anbetracht der Tiefenerstreckung der Flachswurzel, die selbst sicherlich nur in bescheidenem Maße feste Bodenschichten zu durchdringen vermag, sowie mit Rücksicht auf die große Wichtigkeit der Aufspeicherung der winterlichen Niederschläge eine so deutliche Sprache, daß man unzweifelhaft auf den allermeisten Böden tiefe Bodenlockerung als eine der Hauptvorbedingungen für hohe Qualitätsernten hinstellen muß, ein Standpunkt, der auch von einem unserer besten Flachskenner, Kuhnert (1920, 2), vertreten wird.

Auf milden, tiefgründigen, in alter Kultur befindlichen Böden wird man sie ruhig in der alten Form des tiefen Wendens mit gut arbeitenden Pflügen ausführen können; im übrigen, wenn z. B. unter flacher, mit Humus und nützlichen Bakterien durchsetzter Krume rohe, feste, ortsteinähnliche Schichten lagern — wie es für sehr viele Böden der norddeutschen Tiefebene zutrifft — oder wo Tiefkultur überhaupt ein Novum ist, — bedient man sich der Methode des Flachwendens und Tieflockerns¹. — Die humusführende Bodendecke mit ihrer reichen Flora an nützlichen Mikroorganismen bleibt alsdann oben lagern, bei gleichzeitiger Aufschließung des Untergrundes, auf dessen allmähliche Anreicherung mit löslichen Nährstoffen allerdings Bedacht genommen werden muß. — Aufschließung des Bodens nach unten führt ja nach alter Erfahrung nur zum Ziel, wenn auch die Zufuhr an organischen Massen (Stallmist) verstärkt wird. Allgemein zutreffende Zahlen für das Maß der Tiefenbearbeitung lassen sich kaum aufstellen, weil auch hierbei die örtlich verschiedenen Verhältnisse mitsprechen. Im allgemeinen spricht man von Tiefkultur, wenn der Boden wenigstens 30 cm tief gelockert wird; neuerdings ist die Losung „möglichst tief“, wozu dann allerdings Gespannkräfte nicht mehr ausreichen, sondern Kraftmaschinen erforderlich sind.

Diesbezüglich sei auf die neuen Versuche von Colsmann-Lindenberg im Einvernehmen mit der D. L. G. (1925) verwiesen². — Das

¹ Daß Einmischung von rohem Untergrundboden in die Ackerkrume den Flachs schädigt, war bei Dahlemer Versuchen im Jahre 1926 deutlich zu beobachten.

² Colsmann: Hauptprüfung von Untergrundlockerern. Mitt. d. dtsh. Landw.-Ges. 1925, S. 956—962.

Problem der Tiefkultur selbst steinreicher Böden, die natürlich der fraglichen Methode besondere Schwierigkeiten entgegensetzen, scheint hiernach annähernd gelöst zu sein. — Im übrigen müssen Art, Intensität und Häufigkeit der tiefen Bodenlockerung der Bodenbeschaffenheit und der ganzen Wirtschaftsorganisation angepaßt sein. — Damit, daß der Lein dankbar darauf reagiert, ist jedenfalls mit Sicherheit zu rechnen.

Während man noch vor kurzem von der Zweckmäßigkeit, den Acker in rauher Furche überwintern zu lassen, allgemein überzeugt war, weil durch die Vergrößerung der Oberfläche den Atmosphärien und dem Frost größere Angriffsflächen geboten werden, bevorzugt man jetzt vielfach das Einebnen der Oberfläche mit Ackerschleppen und dgl. noch vor dem Einfrieren. Ohne in eine Diskussion über diese noch wenig geklärte und meines Erachtens auch wieder nicht einheitlich zu klärende Frage einzutreten, sei hier lediglich das Prinzip der Erhaltung einer offenen Bodenoberfläche bis zum Saatbeginn und darüber hinaus in den Vordergrund gestellt, ein Prinzip, das für alle Verhältnisse und alle Böden seine Bedeutung hat und dem man durch entsprechende Bearbeitungsmaßnahmen, die einzusetzen haben, sobald der Acker im Frühjahr den nötigen Trockenheitsgrad erreicht hat, Rechnung tragen muß. Allzu häufiges Herumrühren im Acker ist dabei natürlich wegen der Verschwendung von Bodenwasser und Störung des Bakterienlebens vom Übel. Wie bei allen Maßnahmen der Bodenbearbeitung muß auch bei der Frühjahrsvorbereitung des Leinfeldes die Beobachtungsgabe und das feine Gefühl des verantwortlichen Wirtschaftsleiters das Richtige treffen: dem Flachs ein Saatbett von höchster Vollkommenheit zu bereiten. — Daß dabei die feinerdereichen Böden die größere Kunst verlangen, sie aber auch in höherem Maße als leichtere Böden lohnen, ist ein allgemein bekannter Erfahrungssatz.

C. Die Fruchtfolge.

Bezüglich der Vorfrüchte stellt der Flachs keine besonderen Ansprüche, sofern der Anbau auf gut gepflegtem, wenig von Unkraut durchsetztem Boden erfolgt. Hier gedeiht er nahezu nach allen Früchten; vielfach gebräuchlich ist z. B. der Anbau nach Winterhalmfrüchten, denen Wurzelfrüchte in Stalldünger vorausgingen. Dabei ist mit einer Nachwirkung des Stalldüngers zu rechnen und die Bearbeitung des Bodens ist nach dem Prinzip der Teilbrache in der langen Zeit zwischen Ernte und Beginn der kalten Jahreszeit mit besonderer Sorgfalt möglich. — Auch Sommergetreidearten sind geeignete Vorfrüchte; ja der Lein scheint sich nach Hafer, sonst eine der schlechtesten Vorfrüchte,

besonders wohl zu fühlen, wie aus eigenen Beobachtungen des Verfassers und solchen von Behne hervorgeht (Behne, 1925).

Ich will hier kurz über Beobachtungen, die wir seit 1923 auf dem Versuchsfelde Dahlem bei Berlin zu machen Gelegenheit hatten, berichten. Bei der Übernahme im Frühjahr des genannten Jahres befand sich das Versuchsfeld in einer recht schlechten Verfassung. Die Boden- und Saatenpflege war bislang arg vernachlässigt worden, wie sich u. a. auch in dem starken Auftreten der Quecke zeigte. — Stalldünger war seit längerem auf den betreffenden Feldstücken ebenso wenig zur Anwendung gelangt wie Gründüngung. — Unter Vernachlässigung jeglichen Fruchtwechsels baute man fast ausschließlich Getreide. — Die Vorbedingungen für einen erfolgreichen Flachsbau waren also nach landläufigen Begriffen durchaus nicht gegeben. — Gemäß dem aufgestellten Arbeitsplan wurde nach entsprechender Vorbereitung und Düngung gleichwohl sofort mit dem Anbau von Flachs für Versuchs- und Züchtungszwecke begonnen und in den ersten beiden Jahren wurden gute Mittelernten von 40—50 dz Stroh und 4—6 dz Samen je ha erzielt, obgleich der Flachs des öfteren nach 2—3 und mehrjährigem Getreidebau folgte und selbst noch auf vereinzelt Parzellen den Kampf mit der Quecke aufnehmen mußte, den er, sobald der Bestand sich bei günstigem Wetter zu schließen begann, sogar mit vollem Erfolg beendete. — Diese Ausführungen sollen natürlich keineswegs zu ähnlichen Maßnahmen in der großen Praxis ermuntern; sie sollen aber zeigen, wie genügsam der Flachs unter Umständen mit Bezug auf Vorfrucht und sonstige Momente sein kann, sofern man im übrigen das früher Versäumte durch intensive Pflegemaßnahmen usw. nachzuholen vermag.

Die früher gegen den Anbau von Flachs nach mit Stalldünger versehenen Wurzelfrüchten bestehenden Bedenken sind auf Grund der inzwischen gemachten Erfahrungen völlig behoben und eher in das Gegenteil umgekehrt; man schätzt jetzt diese Art des Anbaues infolge der Unkrautfreiheit, der günstigen physikalischen Beschaffenheit des Bodens und der im zweiten Jahr noch zur Geltung kommenden Nachwirkung des Stalldüngers. — Hülsenfrüchte sind in ihrer Nachwirkung auf den Lein verschieden zu beurteilen; auf besonders stickstoffhungrigen Böden mag nach ihnen bei reichlicher Düngung mit Kali und Phosphorsäure unbeschadet der Qualität eine reiche Ernte erzielt werden, während auf den besseren Böden mit stärkerem Absorptionsvermögen für Stickstoffverbindungen die Gefahr der Lagerung und sonstigen Qualitätsminderung in den Vordergrund tritt. Hier wäre besonders von dem Anbau nach Rotklee oder Luzerne, Pflanzen, welche große Stickstoffmengen im Boden anhäufen, abzuraten. Beispiele einzelner für den Flachs unter verschiedenen Bedingungen günsti-

ger Rotationen führt Kuhnert (1920, 2), in seiner wiederholt zitierten Schrift an, auf die hiermit hingewiesen sei.

Viel schwieriger als die Frage der unmittelbaren Folge des Flachses hinter anderen Feldfrüchten liegt diejenige, nach wieviel Jahren er auf demselben Felde ohne Nachteil wiederkehren darf. Schon seit langem betrachtet man ihn als eine mit sich selbst höchst unverträgliche Pflanze und nach einer alten Regel bedarf es zur Vermeidung der gefürchteten Flachsmüdigkeit wie beim Rotklee einer Zwischenzeit von 6—7 Jahren, während welcher die Wiederholung des Flachsbaues unterbleiben soll. — Der Begriff der Bodenmüdigkeit im älteren Sinne ist bekanntlich völlig unklar. — Man bezeichnete damit lediglich gewisse krankhafte und zu starken Ertragsrückgängen führende Erscheinungen, ohne sich deren Ursachen bewußt zu sein. Man stellte bestenfalls unbestimmte Vermutungen über Nährstoffmangel und giftige Wurzelausscheidungen als Ursachen jener Erscheinungen auf. Die neuere Zeit hat einige Fortschritte in der Erkenntnis gebracht. Einseitigem Nährstoffentzug, dem ja bei dem heutigen Stand der Düngertechnik leicht zu begegnen wäre, mißt man kaum noch nennenswerte Bedeutung zu. Die Frage, ob unter Umständen die Pflanzenwurzeln — oder auch Bodenbakterien — schädliche Stoffe ausscheiden und den Boden „vergiften“, ist freilich noch immer unentschieden; auch in der neueren Literatur finden sich noch positive Angaben hierüber (Herzog [1920, 3] — Kuhnert [1920, 2]). Größere Beachtung verdient die Reaktion der Ackerböden. — Die beiden Extreme, also stark saure wie stark alkalische Reaktion, sind keiner unserer Kulturpflanzen zuträglich; aber innerhalb des engeren Spielraumes — schwach sauer und schwach alkalisch — verhalten sich die einzelnen Arten offenbar ganz verschieden; das Optimum liegt bei manchen Arten beim Neutralpunkt, bei anderen diesseits, bei wieder anderen jenseits des Neutralpunktes. Der Lein wird häufig zu den Pflanzen gezählt, welche schwach sauren Boden bevorzugen; trifft das zu, so könnte schon ein schwach alkalischer Boden Schädigungen des Wachstums hervorrufen, die evtl. als Müdigkeitserscheinungen betrachtet werden könnten. Auf Grund folgender Überlegung scheint aber eher das Gegenteil, also saure Bodenreaktion die größere Gefahr zu bringen. Die chemische Reaktion der Böden beeinflußt ihr biologisches Verhalten weitgehend. — Die meisten der Bodenfruchtbarkeit förderlichen Bakterienarten vertragen saure Reaktion entweder überhaupt nicht oder werden durch sie zum mindesten in ihren Funktionen stark gehemmt, während Pilze und schädliche Bakterien in den Vordergrund treten. Säure im Boden bedingt also unter Umständen eine Veränderung der Mikroorganismen-Flora des Bodens in schädlicher Richtung. — Besonders interessiert hier die von Christensen u. a. festgestellte feine biologische Reaktionsfähig-

keit des Azotobakter auf geringe Änderungen der chemischen Reaktion; er ist nur innerhalb eines engen, auf der alkalischen Seite liegenden PH-Bereiches lebensfähig und dient nach Christensen zur endgültigen Feststellung des „Kalkzustandes“. — Es liegen Untersuchungen vor, welche gerade die Leinmüdigkeit auf bestimmte biologische Bodenprozesse zurückzuführen gestatten. — Ich verweise auf die bezüglichen Ausführungen von Ruschmann (1924). — Als erster hat nach Ruschmann, H. L. Bolley mit besonderem Nachdruck auf die rein biologische Grundlage der Müdigkeit hingewiesen und gezeigt, daß ein Pilz: *Fusarium lini* (Erreger der Welkekrankheit) sie hervorrufen kann; saure Bodenreaktion von ganz bestimmter Stärke sei aber für das Wachstum der *Fusarium*arten und die Entstehung der durch sie hervorgerufenen Erkrankungen zahlreicher Kulturgewächse am günstigsten. — Andere mit der Leinmüdigkeit unter Umständen in einem gewissen Zusammenhang stehende Pilze sind *Gloeosporium lini* (Schilling [1922, 1 und 1925, 1] — Ruschmann [1924]) und der Erreger des Flachsbrandes *Asterocystis radicis* (Tobler [1920, 1]). — Als Träger der schädlichen Keime kommt sowohl der Samen als auch der Boden in Frage. — Insbesondere ist die Schleimschicht des Samens eine von mannigfachen Mikroorganismen, Pektinvergäcern, u. a. geschätzte Nährstoffquelle, von der aus sie in den Boden und auf die Pflanzen übergehen; auch die im Boden liegenden Samen selbst unterliegen unter gewissen Umständen der Zersetzung der Bakterien und Pilze; sei es, daß sie selbst infiziert waren, oder daß sie — an sich keimfrei — nach der Aufquellung bodenbewohnenden Pilzen und Bakterien zum Opfer fallen, so daß auch die Gesundheit des Saatgutes keine unbedingte Gewähr für ein gesundes Wachstum zu geben vermag. (Keimmüdigkeit nach Kaserer [1913]). — Die Abhängigkeit dieser und anderer Schädlinge von der Bodenreaktion scheint jedoch noch recht wenig geklärt. Die pathologischen Fragen sind im übrigen hier nicht zu untersuchen; es sei diesbezüglich auf Abschnitt II, 9 verwiesen. Es handelte sich hier lediglich um einen kurzen Hinweis darauf, daß die Frage der Leinmüdigkeit wissenschaftlich in ein neues Stadium gerückt ist, in welchem sich auch einige Aussichten auf die Möglichkeit der Verhütung oder Bekämpfung der Müdigkeitserscheinungen eröffnen, und zwar durch Beobachtung und tunlichst günstige Gestaltung der Bodenreaktion und Verwendung absolut gesunden Saatgutes. Von einer endgültigen Lösung des Müdigkeitsproblem es kann naturgemäß keine Rede sein, immerhin liegen einige Aussichten gewährende Anfänge dazu vor.

Sollte sich übrigens die von Kaserer ausgesprochene Annahme (zitiert von Ruschmann), daß die Erreger der Erbsenmüdigkeit und der Leinmüdigkeit identisch sind, bewahrheiten, so wären die obigen

Ausführungen über die Verträglichkeit des Leins mit Hülsenfrüchten entsprechend zu modifizieren. Ein wohl unterrichteter Praktiker, Behne (1925) weist ferner auf die Möglichkeit hin, daß parasitäre Krankheiten der Rübe auf den Flachs übergehen können; auch ein neuer Gesichtspunkt, welcher der näheren Untersuchung und gegebenenfalls entsprechender Beachtung bei der Anordnung der Fruchtfolgen wert zu sein scheint.

Die ganze Frage der Flachsmüdigkeit hat praktische Bedeutung naturgemäß nur dann, wenn aus wirtschaftlichen Gründen größere Flächen eines Betriebes mit Flachs bestellt werden und ein kurzfristiger Turnus damit unvermeidlich ist. — Bei der gegenwärtigen Lage des Flachsmarktes wird ein solcher Fall leider höchst selten eintreten. — Bekanntgeworden ist in den Jahren der günstigeren Flachskonjunktur der großzügige Flachsbau, den Generaldirektor Püschel auf der Fürstlich-Lichnowskischen Begüterung Kuchelna-Hilvetitof im Kreis Ratibor durchführte. — Entgegen allen Überlieferungen ging Püschel das Risiko ein, $\frac{1}{4}$ — $\frac{1}{3}$ des Gesamtareals von 5000 ha während einer Reihe von Jahren mit Flachs zu bebauen. (Püschel 1918). Müdigkeitserscheinungen waren seiner Zeit — wie ich mich selbst überzeugen konnte — nicht zu beobachten; neuerdings sollen nach Behne (1925) allerdings Anzeichen dafür vorhanden sein. — Als Beispiel einer den sonstigen Regeln scheinbar hohnsprechenden Art der Flachskultur wird ferner jene der Bauern des Ötztales in Tirol immer wieder angeführt, wo Flachseinfelderwirtschaft bis zu neun-jähriger Dauer getrieben werden soll. — Es gibt also offenbar besonders günstige Lagen und Böden, wo man die Flachsmüdigkeit nur vom Hörensagen kennt.

Anschließend sei der großen Vorzüge des Leins als Vorfrucht gedacht. — Für Wintergetreide kennen wir vornehmlich auf den lehmigen Böden kaum eine bessere Vorfrucht als den Lein, was wohl auf den Garezzustand in dem er den Acker hinterläßt, auf seine frühe Ernte, welche Teilbrache und frühe Aussaat des Wintergetreides ermöglicht und auf die mäßige Nährstoffinanspruchnahme des Bodens zurückzuführen ist. — Das Beispiel der Püschelschen Dreifelderwirtschaft modernster Art: Flachs, Weizen, Rüben beweist die ausschlaggebende Bedeutung des Leins für einen erfolgreichen Weizenbau, sofern es sich um ähnliche ungünstige Klimaverhältnisse handelt wie in Oberschlesien, schlagend; die durchschnittlichen Weizenerträge stiegen mit Einführung des Leinbaues von 16 auf 24 dz/ha. (Püschel 1918.) — Will man dem Flachs Hafer oder Hackfrucht folgen lassen, so bietet sich günstige Gelegenheit zur Einschaltung einer Zwischenfrucht bzw. Gründüngungssaat. — Auch zur Untersaat anderer Früchte ist der Flachs geeignet, sofern sie nicht zu rasch mit ihm zusammen in die

Höhe wachsen; günstige Erfahrungen liegen besonders mit Möhreinsaat vor, obgleich das Experiment unter dem wechselnden Einfluß der Witterung natürlich nicht immer glücken kann.

D. Die Düngung.

Der Faserflachs ist eine Qualitätspflanze erster Ordnung. Alle Kulturmaßnahmen sind daher bei ihm weitgehend auf Qualitätswirkung einzustellen. — Das gilt vornehmlich für die Düngung, weil sie je nach Art und Stärke die Qualität des Erzeugnisses besonders stark beeinflußt. (Für den Anbau von Ölein sind diese Gesichtspunkte natürlich weniger von Belang.) Der Gesamtnährstoffbedarf ist, wie immer wieder hervorgehoben und zahlenmäßig bewiesen wird, nicht groß; gleichwohl ist der Düngerbedarf infolge der kurzen Wachstumsdauer und der wahrscheinlich geringen Nährstoffaufschließung durch die Wurzel stark.

Daß wir in der sogenannten alten Kraft des Bodens, bedingt durch frühere Stalldüngergaben und ihre allmähliche Aufschließung durch gute Bodenpflege, eine zwar langsam fließende, aber dem Flachs besonders zusagende Nährstoffquelle zur Verfügung haben, sei hier erneut hervorgehoben. Direkte Stalldüngergaben kommen ebenso wenig wie Gründüngung in Betracht, da diese, wie allgemein anerkannt wird, die Lagerneigung erhöhen und die Gleichmäßigkeit und die Qualität des Produktes, also die Ausbeute sowie die Beschaffenheit der Faser herabsetzen. Pflanzen mit kurzer Vegetationsdauer wie der Lein sind zudem auch schlechte Ausnutzer von Stallmist.

Die Anwendung der künstlichen Düngemittel, deren Bedeutung für den Flachsbau von niemandem mehr bezweifelt wird, hängt natürlich nach Art und Stärke von dem jeweiligen Nährstoffzustand des Bodens ab. Die Voraussetzung für die planmäßige und wirtschaftliche Düngung des Leins ist daher ebenso wie für die Düngung im allgemeinen die Orientierung über die Menge und Art der im Boden vorhandenen leicht löslichen Nährstoffe auf Grund exakter Felddüngungsversuche oder mit Hilfe der neuzeitlichen Methoden zur Feststellung des Düngebedürfnisses der Böden nach Mitscherlich¹ oder Neubauer²; Methoden, durch die man zum mindesten einen tieferen Einblick in den Nährstoffzustand des Bodens erhält.

Unter der Voraussetzung, daß die Düngung für jeden Fall besonders festgesetzt wird, wären etwa die folgenden allgemeinen Gesichts-

¹ Mitscherlich: Die Bestimmung des Düngerbedürfnisses des Bodens. Berlin 1924.

² Neubauer und Schneider: Die Nährstoffaufnahme der Keimpflanzen und ihre Anwendung auf die Bestimmung des Nährstoffgehalts der Böden. Zeitschr. f. Pflanzenernähr. u. Düngung 1923, Teil A, S. 329.

punkte zu berücksichtigen. Mit Kali wird in der Regel besonders reichlich zu düngen sein, da dieser Nährstoff in bestimmter Beziehung zur Faserausbildung zu stehen scheint und qualitätsverbessernd auch in solchen Fällen wirken kann, in denen der Massenertrag durch die Kalizufuhr nicht mehr erhöht wird. Es liegen Versuchsergebnisse von Kleberger (1919/20), Weck (1924, 1) und Opitz (1921 und 1924, 1) vor, welche übereinstimmend die Erhöhung des prozentigen Fasergehaltes durch Kali dartun. — Über die zweckmäßigste Form der Kalidüngung kann Endgültiges nicht gesagt werden. — Nach Krafft-Fruwirth (1920) (s. Anm. S. 80), wirken Chloride auf die Faser günstig, eine Ansicht, welche durch Versuche von Kleberger (1919/20), bei denen sich Kainit am besten bewährte, eine Stütze findet; bei unseren eigenen Versuchen war hingegen das schwefelsaure Kali etwas überlegen. Durch genügend frühzeitige Verabfolgung der Kaligabe ist für gute Verteilung des Kalis im Boden Sorge zu tragen; doch scheint eine unmittelbare Schädigung der Pflanzen durch die Nebensalze nicht einzutreten, auch wenn Düngung und Aussaat kurz aufeinander folgen. Beweise für eine günstige Wirkung der Phosphorsäure auf die Ausbildung der Faser dürften aus den älteren Versuchen des Sonderausschusses für Flachsbau der D. L. G. abzuleiten sein. Die Phosphatdüngung erfolgt je nach Bodenbeschaffenheit und Zeit der Düngung in Form von Thomasmehl, Rhenaniaphosphat oder Superphosphat nach bekannten Gesichtspunkten. Gaben von je 90 kg Kali und Phosphorsäure pro Hektar haben sich nach Kuhnert (1920, 2) im Mittel zahlreicher Versuche gut bewährt. Doch sei betreffs der Stärke der Düngung auf die obigen Bemerkungen über die Bestimmung des Düngebedürfnisses der Böden verwiesen.

Daß einseitige Stickstoffdüngung vom Übel ist, weil sie leicht das so überaus schädliche Lagern veranlaßt und auch sonst die Qualität schädigt, ist fraglos richtig. So hatte auch bei neuen Versuchen von Weck (1924) Stickstoffdüngung allein geringere Faserausbeute und schlechtere Faserqualität zur Folge. Sie unter allen Umständen dem Flachs vorzuenthalten wie es früher für richtig erachtet wurde und noch jetzt häufig empfohlen wird, wäre aber in Anbetracht der bekannten Gesetze der Pflanzenernährung ein schwerer wirtschaftlicher Fehler. Nur in seltenen Fällen, wie auf schweren, humosen Böden, bei der Folge Rotklee — Flachs und dgl. wird der Boden über einen genügenden Vorrat an aufnehmbarem Stickstoff verfügen. Im übrigen ist Düngung mit diesem Nährstoff ein unbedingtes Erfordernis zur Erzielung von Vollernten, sofern lösliche Kali- und Phosphatverbindungen in ausreichender Menge vorhanden sind. Das bestätigen auch unsere Erfahrungen auf dem stickstoffhungrigen Boden des Dahlemer Versuchsfeldes. Nach Kartoffeln (ohne Stalldünger) und nach Getreide braucht hier der Flachs etwa 2—2,5 dz schwefelsaures Ammoniak je

Hektar zur Erzeugung einer guten Mittelernte. Proben aus Versuchen mit dieser Düngung wurden vom Forschungsinstitut Sorau untersucht und erhielten das Prädikat gut bis sehr gut. Bei den oben angeführten Versuchen von Weck gelang es, die Qualitätsschädigung nach einseitiger Stickstoffdüngung durch eine entsprechende Kali-Phosphatdüngung vollkommen zu beseitigen. Als weitere Zeugen für die Notwendigkeit angemessener Stickstoffzufuhr seien Kleberger (1920) und Kuhnert (1920, 2) genannt. — Der letztere erzielte durch eine Beigabe von 2 dz schwefelsaurem Ammoniak auf dem leichten, mit Kali und Phosphorsäure gedüngten Boden der Versuchswirtschaft Schaeferhof einen Mehrertrag von 14 dz Strohflachs von 1 ha, so daß die Stickstoffgabe einen ansehnlichen Gewinn brachte. Daß für die Stärke der Düngung mit Stickstoff keine allgemein zutreffende Norm angeführt werden kann, sondern die jeweiligen besonderen Verhältnisse entscheidend sind, versteht sich von selbst. Nachdem durch Züchtung in ihren Eigenschaften wohl charakterisierte und höchst wahrscheinlich konstante Sorten entstanden sind, ist als neues Moment für die Höhe der Stickstoffzufuhr die größere oder geringere Standfestigkeit der Sorten hinzugekommen, worauf Weck meines Wissens als erster hingewiesen hat (1924). Bei seinen Versuchen erwies sich der kürzere Frühflachs als standfester und geeigneter für höhere Stickstoffgaben als Langflachs.

Was weiter die Form, in welcher dieser Nährstoff zu verabfolgen ist, anlangt, so hat sich im allgemeinen (auf gesunden Böden) das schwefelsaure Ammoniak am besten bewährt. Auf Grund seiner Versuche stellt Kleberger ferner dem Ammoniumchlorid ein gutes Zeugnis als Flachsdüngemittel aus, während die Salpeterformen von ihm u. a. Autoren als wenig geeignet hingestellt werden, da sie zu schnell wirken und die Pflanzengewebe schwammig machen, so daß wieder die Lagerung als Gefahrmoment hervortritt. — Immerhin können Nitratre — wie beim Getreide — als Kopfdüngung verabfolgt, für kränkelnde, durch Erdflöhe und dgl. geschädigte Flachsbestände in schwachen Gaben, etwa bis zu 75 kg je Hektar, nützlich wirken. Wenig geschätzt für die Düngung des Leins ist schließlich der Kalkstickstoff, was man auf seinen Gehalt an Kalk zurückführen will.

Die Kalkfrage bereitet in der Tat gewisse Schwierigkeiten. Der Kalk ist natürlich auch für den Flachs ein unentbehrliches Lebens-
element und muß im Boden in geeigneter Form und hinreichender Menge zur Verfügung stehen. Höherer Kalkgehalt des Bodens soll aber ebenso wie unmittelbar verabfolgte Kalkdüngung Ertrag und Qualität der Pflanze beeinträchtigen. Eine Anzahl Beweise hierfür werden aus der Literatur von Ehrenberg (1920)¹ angeführt. Auch

¹ Ehrenberg, P.: Das Kalk-Kali-Gesetz. Landw. Jahrb. Bd. 54, S. 1—159. 1920.

neuere Versuche von Fischer (1919) und Kleberger (1920/21) sprechen für eine gewisse Kalkempfindlichkeit des Leins. Zur Erklärung dieser ungünstigen Wirkung wird nicht selten der bekannte Einfluß des Kalkes auf die Mobilisierung des Bodenstickstoffs herangezogen. Die Tätigkeit der Nitrit- und Nitratbildner erfährt eine starke Förderung, was eine zeitweilige Überschwemmung der Pflanze mit leicht löslichem Stickstoff und ein zu geiles Wachstum sehr zum Schaden der die Festigkeit des Bastes bedingenden Elemente zur Folge haben kann. Selbstverständlich können diese Vorgänge nur auf humosem oder mit organischer Substanz stärker angereicherten Böden eine Rolle spielen, und eine Verallgemeinerung dieser Erscheinung wird nicht in Frage kommen. Ehrenberg (1920) führt unter Berufung auf sein Kalk-Kali-Gesetz als wesentliche Ursache der Kalkschädigung die Beeinträchtigung der Kaliumaufnahme durch höheren Kalkgehalt des Bodens an. Daß Kali gerade für den Flachs ein hochwertiger und qualitätsverbessernder Nährstoff ist, wurde oben gezeigt. Die Ehrenbergsche Annahme hat demnach unter Umständen wohl einen hohen Grad der Wahrscheinlichkeit für sich. — Ferner tritt in diesem Zusammenhang die bereits oben erörterte Frage nach der Bedeutung der Bodenreaktion für die Leinpflanze wiederum in den Vordergrund. Zur Ergänzung obiger Ausführungen diene folgendes: Arrhenius (1926)¹ fand das günstigste Wachstum und den höchsten Ertrag von weißem Lein bei 9 PH, von blauem Lein bei 8 PH und bereits ein starkes Abfallen der Ertragskurve bei 7,6 PH usw., also auffallender Weise das günstigste Ergebnis bei alkalischer Reaktion. Untersuchungen über die Bedeutung der Bodenazidität für das Flachswachstum wurden ferner von Selle angestellt (1926) mit dem Ergebnis, „daß alle Flächse, die auf neutralem oder alkalischem Boden gewachsen sind, in der Bewertung zwischen 1 und 3 liegen, und alle Flächse, deren Qualitätsbezeichnung unter 3 fallen mußte, bis auf eine Ausnahme, bei der der Boden neutral war, auf mehr oder weniger saurem Boden gewachsen waren“. Selle bewertete die Güte der Flachsernten nach einem Punktiersystem, bei welchem 1 die beste, 5 die schlechteste Note wiedergab. — Das Punktiersystem war freilich nicht vollständig, da die Bewertung auf dem Felde stattfand und Ertrags- und Ausbeuteergebnisse noch nicht vorlagen. Bei in hiesigem Institut ausgeführten Gefäßversuchen fanden wir den günstigsten Ertrag bei 6,2—7 PH, bei 5,6 schon starkes, jenseits des Neutralpunktes ein langsames Abfallen der Erträge. Erfahrungen aus der Praxis sprechen dafür, daß unsere Pflanze gesunden, d. h. zum mindesten nicht sauren Boden, haben will. Sie wächst in der Regel in Vergesellschaftung mit Zuckerrüben, Weizen und ähnlichen

¹ Arrhenius, O.: Kalkfrage, Bodenreaktion und Pflanzenwachstum. Leipzig 1926.

anspruchsvollen und fruchtbare Böden verlangenden Pflanzen. Es dürfte hiernach keinem Zweifel unterliegen, daß der Lein nicht zu der Gruppe der gegen saure Bodenreaktion wenig empfindlichen Pflanzen gehört. Der Kalkzustand des Bodens muß vielmehr ein befriedigender sein. Anbau auf kalkreichen und frisch gekalkten Böden ist aber nicht zu empfehlen. Hinreichende Versorgung mit Kali ist stets geboten.

E Das Saatgut.

Sehr zum Schaden des Flachsbaues hat man die so überaus wichtige Saatgutfrage häufig arg vernachlässigt. Die bekannten und bewährten Beurteilungsmomente für die Saatgutbeschaffenheit sind Kornschwere, ausgedrückt durch das Tausendkorngewicht, Reinheit und Keimfähigkeit. Das Tausendkorngewicht schwankt je nach Herkunft und Anbaubedingungen in weiten Grenzen, etwa von 11—12 g bei ausgesprochenen Ölleinsorten, bis zu 3 g bei schlechten Qualitäten unseres Faserleins. Im Mittel schwankt es bei dem letzteren wenig um 4 g. Von den drei Dimensionen, welche Größe und Form des Einzelkorns bedingen, ist die Dicke nach Untersuchungen von Kappert (1921) der Faktor, welcher das Gewicht am meisten beeinflusst, während Länge und Breite nur wenig schwanken. — Das, was wir beim Getreide als bauchiges Korn bezeichnen, ist also auch in der Leinsaat von besonderem Wert. — Die große Bedeutung des Tausendkorngewichts für Ertrag und Beschaffenheit des Leins ist durch viele alte und neue Versuche so klar erwiesen, (Herzog [1900], Counciler [1919], Kleberger [1919/20], Kuhnert [1920, 2], Kappert [1920/21]) und ist auch aus naheliegenden Gründen so einleuchtend, daß es unter allen Beurteilungsmomenten an erster Stelle berücksichtigt werden muß. Unter 4,5 g soll das Tausendkorngewicht nach einer wohl allgemein anerkannten Norm bei unseren einheimischen sowie allen zum Anbau von Faserlein bestimmten Sorten nicht liegen. Fortgesetzt einseitige Sortierung nach Gewicht bringt zwar nach Kappert (1921, 2) die Gefahr der Qualitätsminderung mit sich, weil auch in den Qualitätsflächsen Pflanzenindividuen vom Charakter des Ölleins, also solche mit 8 g Tausendkorngewicht und mehr sich finden (— von Kappert bewiesen —), so daß viele Generationen hindurch einseitig geübte Gewichtsauslese eine Selektion auf Ölertrag zuungunsten des Faserertrages bedeuten würde; doch scheint dieses Moment nach den allgemeinen Erfahrungen keine große praktische Bedeutung zu haben.

Unter hoher Reinheit versteht man bei Lein eine solche von 99% mit der Maßgabe, daß das übrigbleibende Gewichtsprozent unreiner Substanz nicht aus Unkrautbesatz bestehen darf. Völlige Unkrautfreiheit der Leinsaat muß zur unbedingten Forderung erhoben werden, da sie — zum mindesten bei den neueren Zucht-

sorten — erreichbar und daher berechtigt ist. — Die Zahl der dem Lein bestens angepaßten Samenunkräuter ist groß. — Die schlimmsten sind bekanntlich Leinseide (*Cuscuta epilinum*) und Leinlolch (*Lolium remotum*); nicht ganz so gefährlich sind Leindotter (*Camelina dentata*), Knötericharten (unter denen der häufig mit der Ackerwinde verwechselte windende Knöterich [*Polygonum convolvulus*] deshalb am schärfsten bekämpft werden muß, weil er beim Ausreifen mit ins Flachsstroh gerät), Ackersenf (*Sinapis arvensis*), Kornblume (*Centaurea cyanus*), Zitterwicke (*Vicia hirsuta*), Ackerspörgel (*Spergula arvensis*) u. a.

Selbst ein bei der Reinheitsprüfung festgestelltes Gewichtsprozent von nur 0,3—0,5 unreiner Substanz — also fast absolute Reinheit — besagt noch nichts Sicheres über die Einwandfreiheit der Saat; besteht nämlich dieser geringe Bruchteil aus diesen oder jenen obiger Unkrautsamen, so kann infolge des äußerst minimalen Gewichtes derselben der Unkrautbesatz zahlenmäßig ein sehr bedenklicher sein, wie leicht nachzuweisen ist [Opitz (1924, 2)]. — Daß Saatgut mit 97% Reinheit und 3% Erde, Bruch usw. höherwertig ist als mit 99,3% Reinheit und 0,7% Lolch und Dotter, ist demnach selbstverständlich; und doch trägt man diesen einfachen Überlegungen — selbst amtlicherseits — noch viel zu wenig Rechnung.

Die Keimfähigkeit guter Leinsaat soll mindestens 95% betragen, mit ihr fast gleich soll die Keimenergie sein und möglichst auch die Triebkraft, da es sehr auf schnellen und gleichmäßigen Auflauf zwecks Erzielung gleichmäßig langer und gleichmäßig reifender Stengel ankommt. Weiter soll die Saat ihren natürlichen Glanz aufweisen; denn stumpfes und mißfarbiges Aussehen berechtigt stets zu dem Verdacht der mangelnden Gesundheit und starker Infektion mit parasitären Krankheiten. Die Farbe des Samens ist hellgelb bis braun; einheitliche Farbe ist nur bei Zuchtsorten zu verlangen. Die Zahl der die Leinsaat befallenden Pilze ist groß. — Gentner (1923) fand z. B. in bayrischen Leinsorten sieben verschiedene Arten, deren praktische Bedeutung und Bekämpfung allerdings größtenteils noch wenig erforscht sind. In Angriff genommene Untersuchungen sind aussichtsreich. (Schilling [1922, 1 und 1925], Ruschmann [1924, 3], s. auch S. 87). — Die einwandfreie Feststellung des Saatgutwertes ist im gewöhnlichen praktischen Betriebe nicht durchführbar und gehört in die Samenkontrollstationen; die Untersuchung sollte aber möglichst stets auf den Gesundheitszustand der Saat ausgedehnt werden, dessen Feststellung nach neueren Forschungen höchst wichtig ist. — Jedoch bedarf es dazu besonderer Kenntnisse in der Phytopathologie.

Die Gewinnung einwandfreien Saatgutes ist beim Lein schwieriger als z. B. beim Getreide. Infolge seines hohen Ölgehaltes

ist auch gesund und trocken geernteter Samen dem Verderben während der Lagerung leichter ausgesetzt. Am besten erfolgt die Aufbewahrung im Stroh bzw. in den Kapseln. — Bei der Trennung der Samen von Stroh und Spreu muß bekanntlich, sofern es auf die Gewinnung von Faserflachs ankommt, sehr vorsichtig verfahren werden. Eine Verletzung der Stengel darf nicht stattfinden, weshalb Flegeldrusch und Dreschmaschinen mit Schlagleisten und dgl. dazu nicht verwandt werden können. Gute Arbeit verrichten dagegen die Riffelmaschinen, wie sie von verschiedenen Maschinenbaufirmen hergestellt werden. Das Abriffeln mit der Hand liefert beste Qualitätsarbeit, erfordert aber natürlich großen Aufwand an Handarbeit. — Befinden sich in der Erntemasse Samenunkräuter, deren Früchte oder Samen sich nach Größe und Schwere vom Leinkorn nicht wesentlich unterscheiden (Leinlolch), so ist die Gewinnung reiner Saat nur möglich, wenn man das Riffeln so vornimmt, daß die Kapseln unverletzt bleiben. Durch folgendes Sieben werden die weit kleineren Unkrautsamen mühelos entfernt; darauf werden die Kapseln durch besondere Vorrichtungen zerschlagen, wobei aber die Verletzung der empfindlichen Samen unbedingt vermieden werden muß, und diese nach Schwere und Form mittels einer Windfege, die mit passenden Sieben ausgestattet ist, sortiert, wobei es vornehmlich auf Beseitigung von kleinen und leichten Samen, Spreuteilchen, leichten Unkräutern, Staub usw. ankommt. Man kann vermuten, daß bei dieser Art der Saatgutherstellung zu leichtes Saatgut gewonnen wird, weil die vollreifen Kapseln, in welchen die schwersten Körner sitzen, beim Riffeln trotz aller Vorsicht aufspringen, so daß schließlich nur gelb- und grünreife Kapseln mit unausgereiften, minderwertigen Samen übrigblieben. — Inwieweit das zutrifft, ist meines Wissens noch nicht genau festgestellt. Im übrigen wird betreffs des Saatgutwertes gelbreifer Samen auf die unten folgenden Ausführungen verwiesen.

Ist eine Vorreinigung der Kapseln mangels passender Riffelmaschinen nicht durchführbar, so muß schließlich das Saatgut noch einen Leinsamentrieur passieren, um runde und schwere Unkrautsamen nach Möglichkeit zu entfernen. Der Gang der Saatreinigung entspricht also etwa dem bei Getreide üblichen und bewährten: erstens Aus-sortierung von Strohteilchen, Spreu, leichten Lein- und Unkrautsamen durch die Windfege bei gleichzeitiger Vorsortierung nach der Größe mit Hilfe an ihr angebrachter Siebe und folgend noch bessere Trennung nach Größe und Form mittels Leinsamentrieur, wobei besonders die runden und schweren Unkräuter gefaßt werden. Voran geht diesem Vorgang im Bedarfsfalle (Lolchbesatz) die Gewinnung ganzer Kapseln durch geschicktes Riffeln, maschinelles Absieben der Unkrautsamen und Aufbrechen der Kapseln mittels geeigneter Vor-

richtungen (bei kleinen Mengen evtl. mittels Hand, sonst mit geeigneten Maschinen).

Spezialmaschinen für die Reinigung von Leinsaat werden nach Kuhnert von bekannten Firmen, wie Röber-Wutha (Windfegen), Mayer & Co. in Kalk bei Köln (Trieure) und Lübke-Breslau hergestellt; besonders der zuletzt genannte hat sich um den Bau solcher Reinigungsmaschinen Verdienste erworben. Sehr gute Erfahrungen bei der Reinigung von Leinsaat hat Kuhnert (1925) ferner mit dem System Saatschule der Firma F. H. Schule in Hamburg, bestehend aus Windfege, Plansichter und Schütteltisch (genannt Aschenbrödel) gemacht. Eine nähere Beschreibung des Arbeitsganges und -erfolges mit diesem System muß hier unterbleiben; es sei aber auf den genannten Bericht Kuhnerts verwiesen. Zur Anschaffung derartiger komplizierter Einrichtungen, die ja in erster Linie für die Getreidesaatgutreinigung bestimmt sind, für die Zwecke der Reinigung von Leinsaat aber nach Einschaltung passender Siebe auch ohne weiteres verwendbar sind, werden freilich nur Großbetriebe bzw. Saatzucht- und Saatzbauwirtschaften in der Lage sein, während der kleine Flachsbauer immer noch das Handsieb und vielleicht die im übrigen völlig veraltete Leinklapper gebrauchen wird. Unter allen Samenunkräutern ist, um es nochmals zu betonen, neben der Seide der Leinleoh am gefährlichsten. — Saatgut ohne Besatz mit diesem Unkraut ist daher eine große Seltenheit, und von Jahr zu Jahr gelangt er immer wieder mit der Saat in den Boden und mit dem Erntegut in die Saat. — Wie sich unser Flachsbau von diesem lästigen Unkraut durch sorgfältige Saatgutbereitung befreien kann, wurde oben gezeigt. — Neben der mechanischen Saatgutreinigung führt aber noch ein anderer, und zwar besserer Weg zum Ziel, nämlich die sorgfältige Saatgutvermehrung guter Zuchtsorten, welche, wie ohne weiteres einleuchtet — zu völlig unkrautfreiem Saatgut führen muß.

Die früheren Methoden des Dörrens und der sog. „Rastung“ von Leinsaatgut sind in ihrer alten Form überholt. Da aber die künstliche Trocknung mittels neuzeitlicher Trocknungsapparate für Saatgetreide vielfach mit Erfolg eingeführt und für den Rübensamenbau fast unentbehrlich ist, gewinnt dieselbe Maßnahme in der Neuzeit auch für die Leinsaatherichtung wieder an Bedeutung. Mit Trockenanlagen ausgestattete Saatzbauwirtschaften, welche sich auf diesen verschiedenen Gebieten des Saatzbaues betätigen, werden gut tun, zunächst Versuche im Kleinen mit der Leinsaattrocknung zu machen, um die richtige Methodik des Verfahrens auszuarbeiten. Denn sichere Erfahrungen über diese Maßnahme liegen aus neuerer Zeit meines Wissens nicht vor.

Infolge der neueren Erkenntnis über die Infektion des Leinsamens

mit pilzlichen Parasiten erweckt zur Zeit die Frage, inwiefern die Samenbeizung für den Lein Bedeutung hat, besonderes Interesse. Die Biologie der in Betracht kommenden Pilze und die Möglichkeit ihrer Bekämpfung mit chemischen Mitteln ist freilich noch nicht sicher erforscht. — Der praktischen Durchführung der Naßbeize stellen sich hier zudem besondere Schwierigkeiten in den Weg, weil die unter der Samenschale befindliche Schleimschicht beim Eindringen der Flüssigkeit aufquillt und die Samen miteinander verklebt, so daß deren einwandfreies und gleichmäßiges Einbringen in den Boden nicht möglich ist. — Ob die oben erwähnte künstliche Trocknung diesem Übelstande abzuhelpen vermag, muß vorläufig dahingestellt bleiben. Es verbliebe demnach als Ideal die Trockenbeize, welche von den zuständigen Fabriken auch für den Lein warm empfohlen wird, von objektiver Seite aber in dieser Hinsicht wohl nur selten erprobt worden ist. — Es dürfte daher folgendes von allgemeinem Interesse sein: Mit *Gloeosporium lini* künstlich infizierte Saat wurde von uns mit verschiedenen Trockenbeizen behandelt und im Gefäß- und Feldversuch geprüft. Aufgang und Entwicklung verliefen bei der ungebeizten und gebeizten Saat dem Augenschein nach gleich günstig. Beim Gefäßversuch waren auch Ertragsunterschiede nicht zu verzeichnen. Dagegen bewirkten sämtliche Trockenbeizen (Tutan, Höchst, Uspulun, Segetan) im Freilande eine deutliche, außerhalb der Fehlergrenze liegende Ertragssteigerung im Vergleich zu „unbehandelt“; wahrscheinlich infolge des höheren Auflaufprozentes des behandelten Saatgutes, welche bei dem mit kleinen Gefäßen und nur wenigen Pflanzen durchgeführten Gefäßversuch nicht erfaßt werden konnte. Weitere umfangreiche, von Wissenschaft und Praxis auszuführende Versuche werden hoffentlich recht bald weitere Klarheit über die praktisch wichtige Beizfrage bringen (s. u. a. Schilling [1922, 1 und 1925, 1]).

F. Der Saatbau.

Es interessiert weiter die Frage, ob und inwiefern neben der Sortenzüchtung (welche im Abschnitt II 8 näher behandelt wird), sowie neben der Aufbewahrung, Reinigung, Sortierung und sonstigen Herrichtung der Saat auch die Technik des Anbaues und der Ernte für die Erzeugung eines nach jeder Richtung hochwertigen Saatgutes irgendwelche Bedeutung hat. — Der Getreidesaatbau und noch mehr der Kartoffelsaatbau sind ja verfeinerte Arten des gewöhnlichen Anbaues dieser Früchte; sollte nicht Grund genug vorhanden sein, auch eine besondere Art des Leinbaues für Saatzwecke zu betreiben und wie ist dieser mit dem Anbau von Faserflachs zu vereinbaren? Bei dieser Fragestellung wäre in erster Linie des Ein-

flusses der Reife und Erntezeit auf den Saatgutwert zu gedenken. — Nach einer von vielen Seiten vertretenen Anschauung soll ja die bei uns allgemein übliche und zur Gewinnung einer guten Faser auch unvermeidliche relativ frühe Ernte im Stadium der Gelbreife eine der Hauptursachen sein für den sog. Abbau des Flachses sein. — Das gelbreif geerntete Korn soll aus naheliegenden Gründen kleiner und leichter, daher physiologisch minderwertig sein und die alljährlich immer wieder zu früh erfolgende Ernte soll diese Minderwertigkeit fortlaufend steigern und so allmählich zum „Abbau“ führen. Wir haben in vierjährigen Versuchen diese Frage geprüft. Die Ergebnisse können kurz in folgender Weise zusammengefaßt werden:

1. Die Kornschwere des im Stadium der Vollreife geernteten Leins ist im allgemeinen etwas größer als diejenige des gelbreifen.
2. Die Triebkraft beider Arten von Leinsaat ist ziemlich gleich gut.
3. Eine geringe Ertragsüberlegenheit der aus vollreifem Saatgut erwachsenen Bestände über diejenigen aus gelbreifem kommt gelegentlich vor, bildet aber keineswegs die Regel.
4. Unterschiede in der Faserausbeute des Erntegutes sind nicht nachweisbar.
5. Grünreif geerntetes Saatgut ist in diesen vier Wertmerkmalen den anderen beiden Arten deutlich unterlegen.

Dünne Saat ist für die Vermehrung besonders wertvollen Zuchtsaatgutes entschieden von wirtschaftlichem Wert. Versuche, ob darüber hinaus auch der physiologische Wert des Saatgutes durch die Saatmenge und Standdichte beeinflußt wird, werden von uns seit 1922 ausgeführt. Wir begnügen uns hier mit der Feststellung, daß ein günstiger Einfluß dünner Saat in dieser Richtung nachweisbar ist und verweisen im übrigen auf die Ausführungen im folgenden Abschnitt.

Es ergeben sich hiernach zwei allerdings endgültig noch nicht klar-gestellte Momente, welche beim Anbau von Saatilein Beachtung verdienen. Im übrigen verstehen sich alle zur Erzeugung eines hochwertigen Produktes erforderlichen Kultur- und Erntemaßnahmen bei diesem speziellen Nutzungszweck von selbst.

Die Anerkennung von Leinsaaten ist im alten Flachsbaugebiet Schlesien schon seit mehr als 20 Jahren eingeführt und während der Kriegsjahre auch von der Deutschen Landwirtschafts-Gesellschaft und anderen Körperschaften aufgenommen worden. Ihre Bedeutung als öffentliche Förderungsmaßnahme des Flachsbauens kann nicht bezweifelt werden.

G. Die Saatstärke.

Die Bemessung der Saatmenge hat sich beim Anbau des Flachses bekanntlich in erster Linie nach dem Nutzungszweck zu richten: zur Gewinnung von Öllein sät man dünn, um die Pflanze zu starker Verzweigung und erhöhter Samenerzeugung anzuregen; dabei entwickeln sich starke, gegen Lager widerstandsfähige Stengel mit geringem Gehalt an grober Faser.

Zur Erzeugung einer edlen Faserpflanze ist hingegen ein stärkeres Saatquantum und ein dichter Stand notwendig, um einen feineren, nur wenig verzweigten Stengel mit hohem Gehalt an feiner, langer und haltbarer Faser zu erzeugen. Weitere für die Aussaatstärke wichtige Faktoren sind neben der Saatgutqualität — wie bei anderen Kulturpflanzen das Klima, der Boden, die Saatzeit, die Saatmethode u. a. m.

Wenden wir uns zunächst der Frage zu, welches Saatquantum unter mittleren Verhältnissen für den Anbau von Qualitätsflachs empfehlenswert erscheint. Eine einigermaßen befriedigende Antwort läßt sich nur bei gleichzeitiger Erörterung der Saatmethode, ob Breit- oder Drillsaat, erteilen. — Noch heute halten viele, durchaus fortschrittliche Landwirte beim Flachsbau an der Breitsaat fest, weil sie im allgemeinen gute Qualität erzeugt. Andererseits sind aber die Vorteile der Drillsaat, nämlich bessere Verteilung der Samen in horizontaler und vertikaler Richtung, gleichmäßigerer und schnellerer Auflauf und nicht zum mindesten die Möglichkeit der Hackkultur so überzeugend und durch Erfahrung bewiesen, daß die Drillsaat, namentlich vom Großgrundbesitz in den alten Flachsbaugebieten, schon vor längerer Zeit eingeführt worden ist und auch sonst immer mehr eingeführt wird. Früher glaubte man unter Verzichtleistung auf die Hackarbeit die Drillreihen so eng als möglich aneinander legen zu müssen; man bediente sich in schlesischen Großbetrieben besonderer Drillschare, derart konstruiert, daß unten am Schar zwei Ausläufe vorhanden waren, wodurch ein Drillreihenabstand von 4 cm verwirklicht werden konnte. So versuchte man die Vorteile der Drillsaat mit denen der Breitsaat zu vereinigen. — Da aber jegliche Hackarbeit bei dieser Methode unmöglich ist, konnte sie sich nicht allgemein durchsetzen; man hält es jetzt wohl allgemein für richtiger, die Reihenweiten so zu wählen, daß Hackarbeit gerade noch ausgeführt werden kann, das wäre für Handarbeit im Minimum 10—12 und für Maschinenarbeit 15 cm. Eine gewisse Qualitätsminderung ist hierbei im Vergleich zu engerer Anordnung — wie Versuche gezeigt haben, nicht ganz ausgeschlossen; sie hält sich aber offenbar in wirtschaftlich kaum merklichen Grenzen.

Weiter sind sich alle Sachverständigen darüber klar, daß — wie

beim Anbau des Getreides — Breitsaat unter sonst gleichen Bedingungen eine stärkere Saat erforderlich macht als Drillsaat, schon weil bei jener aus bekannten Ursachen das Auflaufprozent ein geringeres ist. Die rein empirischen Gewichtszahlen für die Aussaatstärke bedürfen, um einen genaueren Einblick in den Stand der Dinge zu erhalten, der Ergänzung durch Feststellung der Anzahl von Samen auf der Flächeneinheit. — Diese Zahl kann ja bekanntlich bei gleichem Aussaatgewichte pro Hektar je nach dem Tausendkorngewicht ganz verschieden sein. — Die Berechnung des Saatquantums auf Grund des Tausendkorngewichtes ist im Flachsbaue schon viel früher, — und zwar meines Wissens zuerst von Counciler-Konstadt O. - S. — angewandt worden als beim Getreide, bei dem man sich dieser Methode erst neuerdings bedient. — Viele Erfahrungen haben nun, wie Kuhnert berichtet, bei Breitsaat etwa 3000 Korn und bei Drillsaat etwa 2500 Korn je Quadratmeter als für viele Anbauverhältnisse zweckmäßig erkennen lassen; also ungefähr das 7—8fache als bei Getreide unter mittleren Verhältnissen.

Bei einem Tausendkorngewicht von 4,5 g würden hiernach auf $\frac{1}{4}$ ha 33,75 kg bei Breitsaat und 28,12 kg bei Drillsaat entfallen; die Zahlen erhöhen sich ferner um den zu 100% Keimfähigkeit oder besser Triebkraft fehlenden Anteil; also bei z. B. 90% Triebkraft auf 37,12 bzw. 30,93 kg. Es läßt sich nach dieser Methode nach jeweiliger Feststellung des Tausendkorngewichtes und der Triebkraft leicht errechnen, wie stark gewichtsmäßig gesät werden muß, um die angeführte Zahl triebkräftiger Samen auf 1 qm zu bekommen. — Legt man 3000 bzw. 2500 Korn je Quadratmeter zugrunde, so erhält man nach obigem Beispiele Aussaatgewichte, welche erheblich unter den zumeist üblichen liegen. Es soll daher an einigen Versuchen gezeigt werden, wie sie sich bewährt haben.

In den Jahren 1922/23 wurden von uns auf leichterem, für Flachsbaue sich im übrigen gut eignenden Boden Saatstärkenversuche mit Breitsaat ausgeführt. — Das Saatquantum schwankte zwischen 20 und 60 kg auf $\frac{1}{4}$ ha mit drei Zwischenstufen gleich einer Kornzahl von 5383 bis 897 je Quadratmeter. — Es ergab sich bei drei Versuchen mit fallender Saatstärke: starke Herabsetzung der Stroherträge, noch stärkere Herabsetzung der Fasererträge (infolge Abnahme des prozentigen Fasergehaltes), mäßige Erhöhung der Samenerträge. Am besten schnitt also die stärkste Aussaat von 60 kg je $\frac{1}{4}$ ha ab, bei der sich unter Berücksichtigung der Keimfähigkeit und des Tausendkorngewichtes nicht weniger als 5383 Körner auf 1 qm errechnen. Die zweitstärkste Saatmenge (40 kg auf $\frac{1}{4}$ ha und 3589 Korn auf 1 qm) stand allerdings nur in einem Versuch deutlich, in einem zweiten nur wenig und im dritten gar nicht zurück. Die übrigen aber fielen in zu-

nehmendem Maße ab. — Die Erhöhung der Samenerträge war mit fallender Saatmenge nur gering.

In den folgenden beiden Versuchsjahren (1924 und 1925) wurde bei ähnlicher Differenzierung der Saatstärken Drillsaat bei 15 cm Reihenabstand angewandt. — Samenzahl je Quadratmeter 6000 bei 60—70 kg, fallend bis auf 1000 bei 5—10 kg Aussaat je $\frac{1}{4}$ ha. Ergebnisse: Steigerung des Strohertrages bis zu 30 kg auf $\frac{1}{4}$ ha (3000 Samen je Quadratmeter bei 4 g 1000 K.-G.); weitere Erhöhung der Saatmenge ohne wesentliche Wirkung; keine oder nur geringe Unterschiede in der Faserausbeute; mit Abnahme der Saatstärke geringe Hebung der Samenerträge bei allerdings beachtenswerter Erhöhung des Tausendkorngewichtes und der Triebkraft. — In dem Trockenjahr 1925 verwischten sich die Unterschiede teilweise. — Bei den Sortenversuchen, die wir im Einvernehmen mit der D. L. G. ausführen, wenden wir eine ähnliche Saatmethode an (15 cm Reihenabstand, mittlere Saatstärke 25 kg = ca. 2500 Korn je Quadratmeter)¹ wobei nach dem Gutachten des Forschungsinstitutes Sorau auf Grund der vorgenommenen Untersuchungen gute bis sehr gute Qualitäten erzielt werden. Wenn diese lokalen Versuchsergebnisse natürlich auch nicht verallgemeinert werden dürfen, so zeigen sie doch, daß bei relativ geringen Saatmengen (25 bis 30 kg auf $\frac{1}{4}$ ha) qualitativ und quantitativ gute Ernten erzielt werden können; weiter ersieht man daraus den grundsätzlichen Unterschied zwischen Breit- und Drillsaat: bei der letzteren liegt das Optimum des Strohertrages bei befriedigender Qualität schon bei einer relativ dünnen Saat, während Breitsaat bis zur Erzielung des Optimums immer zunehmende Saatstärken erforderte, wie sie für die Praxis wegen Begünstigung des Lagerens nicht in Frage kommen. — Bemerkenswert ist ferner, daß sich die durch Verdünnung des Bestandes erreichbaren Ertragssteigerungen an Samen in so engen Grenzen hielten, daß sie wirtschaftlich kaum ins Gewicht fallen; die hier angebaute Saat (Rigaer Lein) eignete sich offenbar zum Anbau von Öllein sehr schlecht; stärker würde vielleicht ein anderer Typ, wie Petkuser Stamm VII oder Eckendorfer Frühflachs (s. unten) auf dünnere Saat durch vermehrte Saatgutproduktion reagiert haben.

Weck-Eckendorf (1924) stellte vergleichende Versuche mit 35,50 und 65 Pfd. je $\frac{1}{4}$ ha an und fand trotz des relativ niedrig liegenden Maximums ein schwaches Zurückgehen des Gesamtertrages mit zunehmender Saatstärke. Die beiden in diesen Versuchen geprüften Sorten, Eckendorfer Lang- und Frühflachs, reagierten auf die Änderung der Saatstärke verschieden; bei Langflachs schnitt die schwächste

¹ Die Saatstärke wird auf Grund des Tausendkorngewichtes und der Triebkraft je Sorte so festgesetzt, daß von allen Sorten je Quadratmeter gleichviel triebkräftige Samen entfallen.

Saat am besten ab, und zwar infolge des mit der Saatstärke deutlich zunehmenden Lagerns, während beim Frühflachs ein geringes Mehr zugunsten der stärksten Saat zu verzeichnen war. Als neuer Punkt tritt also hier der Einfluß verschiedener Sorten auf die Regulierung der Saatmenge in Erscheinung.

Die angeführten Beispiele zeigen zur Genüge, daß eine allgemein gültige Norm für die Bemessung der Aussaatmenge nicht aufgestellt werden kann. So sind eine höhere Aussaatmenge bedingende Faktoren schlechte physikalische Eigenschaften des Bodens, und zwar sowohl sehr hoher wie ein zu geringer Feinerdegehalt, wodurch entweder ein Überschuß an Wasser bei mangelndem Luftzutritt oder umgekehrt ein Mangel an Wasser bei reichlicher Luftzufuhr, jedenfalls eine starke Hemmung der Keimung und des Aufganges herbeigeführt wird; ferner Reichtum des Bodens an mehr oder weniger großen Steinen, rauhes trockenes Klima in Verbindung mit früher Aussaat u. a. m. Der Prozentsatz der nicht auflaufenden oder in früher Jugend zugrunde gehenden Pflanzen ist gerade beim Flachs sehr groß. Nach von verschiedenen Seiten vorgenommenen Zählungen schwankt die Zahl der vollentwickelten Flachspflanzen pro Quadratmeter etwa zwischen 900 bis 1500; etwa die Hälfte der ausgesäten Samen oder mehr fällt also der Vernichtung anheim, weshalb durch nicht zu knappe Bemessung der Saatmenge für eine entsprechende Reserve gesorgt werden muß. Andererseits ist die obere Grenze eine ziemlich enge; denn allzu starker Bestand führt zu einem scharfen Kampf ums Dasein, aus dem auch die Sieger geschwächt hervorgehen, und erzeugt somit kurze, allzu feine, ungleichmäßig entwickelte, stark zu Lager neigende Stengel mit einem geringen Besatz an kleinen, also unproduktiven und für Saat Zwecke unbrauchbaren Samen. — Wie eng die Beziehungen zwischen den im Boden und auf den Samen befindlichen Mikroorganismen zur Keim- und Bestandesdichte sein können, wurde in dem Abschnitt über die Fruchtfolge bereits gezeigt. — Die Vervollkommnung der Saatgutherrichtung unter besonderer Berücksichtigung der Beizverfahren, — die zur Zeit leider noch sehr unsicher sind (s. oben) — wird daher vielleicht in Zukunft eine wesentliche Herabsetzung der Aussaatmengen gestatten. — Bis auf weiteres werden wir aber in Anpassung an die jeweiligen Verhältnisse die Saatstärke zwischen 100—140 kg je Hektar zu wählen haben, um nach Menge und Güte befriedigende Stroherträge mit mittleren Samenernten zu erzielen. Steht hingegen die Ölgewinnung im Vordergrund, so ist die dünne Aussaat einer besonders für diesen Zweck passenden Sorte angebracht.

Der Eigenart der Flachspflanze entspricht eine flache Lage des Saatkorns im Boden am besten. — Der Schaden zu tiefer Aussaat besteht nicht nur in der Verzögerung des Aufganges, sondern auch in

der Verkürzung und ungleichmäßigen Ausblidung der Flachsstengel. — Auf bindigeren Böden liegt die zweckmäßige Saattiefe bei etwa 2 cm, auf mittleren und leichten Böden bei 3 cm. — Je gleichmäßiger diese Saattiefen innegehalten werden, um so besser; mit gut arbeitenden Drillmaschinen gelingt dies annähernd; bei Breitsaat ist die Ungleichmäßigkeit der Saattiefe am größten. Kleberger (1919/20) konnte durch Versuche mit 3, 5, und 8 cm tiefer Saat die allgemein herrschende Ansicht von der Überlegenheit der flachen Saat bestätigen.

Schon bei Vorbereitung des Saatbettes muß darauf Bedacht genommen werden, daß die richtige Saattiefe erreicht wird; bei lockerer Lagerung und guter Struktur der Ackerkrume darf die oberste Schicht nicht allzu locker beschaffen sein; die richtige Regulierung während des Drillens wäre dann nicht möglich. — Man schickt daher erforderlichenfalles vor der Saat eine mittelschwere Walze über das Feld, welcher sofort die Drillmaschine folgt, worauf die leichte Saategge mit eng gestellten Zinken den Schluß der Bestellung bildet. Den fertigen Saatacker im glatten Walzenstrich liegen zu lassen, wäre in den allermeisten Fällen ein schwerer Fehler. Druckrollensaat kommt für den Anbau von Qualitätsflachs wegen der hierzu notwendigen engen Anordnung der Drillreihen nicht in Betracht. Eine etwa vor dem Aufgang sich bildende Kruste wäre durch Anwendung der leichten Egge oder einer rauhen Walze zu beseitigen.

Die Wachstumsdauer des Flachses ist kurz; sie beträgt im Mittel ungefähr 100 Tage; während der letzten vier Jahre schwankte sie auf dem Dahlemer Versuchsfelde je nach der Witterung zwischen 80 und 120 Tagen. Infolgedessen sind der Aussaatzeit keine so engen Grenzen gezogen wie bei anderen Feldfrüchten, die bis zur Reife eine um 50 und mehr Tage längere Zeit brauchen. Gleichwohl bevorzugt man fast allgemein den Anbau des sog. Frühleins, d. h. also eine möglichst frühe Aussaat, die bei uns im Durchschnitt der Jahre etwa in die Zeit von Mitte März bis Mitte April fallen wird; weil hierbei in der Regel eine größere Erntemasse bei besserer Qualität erzielt wird, was nicht zuletzt auf die gute Ausnutzung der Winterfeuchtigkeit durch die wasserbedürftige Pflanze zurückzuführen ist. Ferner hat man durch frühe Saat den Vorteil der frühen, zum Teil noch vor den Schnitt des Roggens fallenden Ernte, also eine gute Arbeitsverteilung, sowie die Möglichkeit, Zwischenfruchtbau irgendwelcher Art zu treiben oder den Acker bis zur Aussaat der Winterung besonders sorgfältig bearbeiten und die Winterung selbst wieder früh aussäen zu können. Welche Bedeutung gerade dieser Punkt für klimatisch ungünstige Gebiete haben kann, wurde oben an dem Beispiel des Weizenbaues in Oberschlesien gezeigt. Beweise für die Überlegenheit früher Saat wurden neuerdings erst von Kleberger (1919/20) erbracht. Aller-

dings ist die Fröhsaat kein unbedingter Sicherheitsfaktor für den Erfolg. Je nach dem unberechenbaren Witterungsverlauf und der Verteilung der Niederschläge kann auch das Umgekehrte zutreffen, also der Anbau von Spätlein, dessen Aussaat etwa in die Zeit von Ende Mai bis Ende Juni fallen würde, den größeren Erfolg zeitigen. Späte Saat ist unter Umständen auf verunkrauteten Äckern sogar eine Notwendigkeit. Durch entsprechende Bearbeitung des Bodens bringt man die Samenunkräuter frühzeitig zum Auflaufen, um sie durch weitere Bearbeitungsmaßnahmen zu vernichten und gegebenenfalls auch vorhandene Wurzelunkräuter zum mindesten gleichzeitig im Wachstum zu stören. Auch ist die Spätsaat von Flachs als Ersatz für mißlungene Kulturen anderer Art, z. B. nicht aufgegangene Zuckerrüben oder spät umgepflügte Wintersaaten, zu deren Beseitigung sich manche Landwirte nach strengen Wintern vielleicht erst spät entschließen, in ihrem Wert nicht zu unterschätzen. Hierher gehört auch der Anbau unserer Pflanze als Zwischenfrucht nach Früchten, welche früh das Feld räumen, wie Raps und Wintergerste; es wird über einzelne Fälle berichtet, in denen bei dieser Art der Bodennutzung noch hohe Erträge von 50 dz Strohflachs mit entsprechendem Samen erzielt wurden. Es sind sogar Versuche, auf demselben Felde in einem Jahr zweimal Flachs zu bauen, gemacht worden, was freilich nur in Gebieten mit langer Vegetationsdauer einige Aussicht auf Erfolg haben kann. Andererseits wird man die Spätsaat nur aus besonders in die Wagschale fallenden Gründen zur Anwendung bringen; denn die Erfahrung lehrt, daß späte Aussaat im allgemeinen ein leichtes Produkt, also geringere Erträge mit einem geringeren Gehalt an Bastfaser hervorbringt und auch die Bergung der Ernte bei der ungünstigen Witterung, die häufig im Herbst vorherrscht, besondere Schwierigkeiten macht. Daß schließlich, je nach den wirtschaftlichen Verhältnissen die Aussaat zwischen die Termine für sog. Früh- und Spätsaat verlegt werden kann und die Saatzeit überhaupt nach bekannten Regeln von Klima und Boden abhängig ist, versteht sich von selbst. Nicht eine einzelne im Optimum ausgeführte Maßnahme, sondern die günstige Verbindung aller für die Aussaat in Frage kommenden Maßnahmen verbürgt auch hier den Erfolg.

Neben der Erhaltung einer offenen Bodenoberfläche ist die Hauptaufgabe der Saatenpflege die Beseitigung des gerade für den Flachs höchst lästigen Unkrautes. Bei der älteren Methode des Anbaumittels Breitsaat machte die Unkrautbekämpfung große Schwierigkeiten, da sie nur durch Jäten ausgeführt werden konnte. Für den Flachsbau im großen ist das Jäten aus bekannten Ursachen heute undurchführbar. Die beste Art der Unkrautbekämpfung besteht natürlich in sorgfältiger Pflege des Bodens und Verwendung völlig unkraut-

freier Saat. — Die trotz aller Vorsorge unausbleiblichen Unkräuter werden im übrigen beim zeitgemäßen Flachsbaue durch Hackkultur erfolgreich bekämpft. Zur Handarbeit kann man sich, um an Arbeit und Zeit zu sparen, zweiteiliger Hacken, welche gleichzeitig zwei Bodenstreifen bearbeiten, bedienen. Im übrigen bevorzugt man natürlich nach Möglichkeit die Bearbeitung mit der Hackmaschine, die mit einem leichten Pferde zu bespannen ist, um die jungen Pflanzen möglichst wenig durch den Tritt zu schädigen; auch das Verschütten der Pflanzen muß tunlichst vermieden werden. Die trotz alledem nicht ganz zu vermeidende Beschädigung der Pflänzchen wird bei sachverständiger Ausführung aber immer noch geringer sein, als bei der Jätarbeit. In den Drillreihen stehengebliebene größere Unkrautpflanzen werden rechtzeitig mit der Hand ausgezogen. Zu allen Vorteilen der Hackarbeit kommt der bekannte günstige Einfluß auf die Bodenfruchtbarkeit durch die Erhaltung des Bodenwassers und Anregung der Bakterientätigkeit. — Kurz, rationeller Flachsbaue ohne Hackkultur ist unter den jetzigen Verhältnissen nicht gut denkbar, so daß sich auch jeder, der Flachs nur auf kleinen Flächen baut, dazu entschließen sollte.

Die Bekämpfung von Hederich und Ackersenf durch Eisenvitriollösungen ist im Flachsbaue wohl nur ganz vereinzelt versucht worden. Kuhnert (1920, 2) berichtet hierüber folgendes:

„Ökonomierat Ebhardt in Rettkau bei Glogau a. d. O. hat z. B. 1907 zweimal seine Flachselder bespritzt, einmal mit einer 17proz. und acht Tage darauf mit einer 25proz. Lösung, und zwar jedesmal 130 l auf $\frac{1}{4}$ ha. Der Erfolg war, wie ich mich selbst durch den Augenschein überzeugt habe, ein durchschlagender. Der Hederich war verschwunden, und der Flachs hatte sich üppig entwickelt. Im Jahre 1908 wurde der Versuch auf Veranlassung der D. L. G. in Rettkau wiederholt, und zwar mit dem gleichen Erfolg.“

In einem anderen Fall soll allerdings die Bespritzung, wie derselbe Autor schreibt, ungünstig gewirkt haben. Die Ursache hierfür vermutet er in einer zu späten Ausführung der Arbeit. — Erfahrungen mit der Anwendung von Staubkainit und Kalkstickstoff für den gleichen Zweck liegen meines Wissens nicht vor. — Derartige Bekämpfungsmaßnahmen bleiben immer ein Notbehelf, können aber im Bedarfsfalle, wie besonders die Erfahrungen mit Sommergetreide lehren, sehr segensreich wirken. Ihre Erprobung für die Zwecke des Flachsbaues kann daher nur empfohlen werden; ein endgültiges Urteil zu fällen, wäre jedoch zur Zeit verfrüht.

Siebentes Kapitel.

Krankheiten und Beschädigungen des Flachses¹.

(E. Schilling.)

A. Allgemeiner Teil.

Bis zum Weltkriege war in Deutschland der Flachsanbau derartig stark zurückgegangen, daß ein größeres Interesse für Flachskrankheiten nicht bestand. So kommt es, daß wir in der sonst so ausgedehnten Literatur über Pflanzenkrankheiten hier nur sehr selten einer einschlägigen Arbeit begegnen. In Holland und Belgien dagegen, auch in Frankreich, hatte man dieser Frage schon im 19. Jahrhundert größere Aufmerksamkeit geschenkt, wovon mancherlei Veröffentlichungen zeugen. Auffällig ist, daß Rußland, als der größte Flachsproduzent, zur Erforschung der Flachskrankheiten recht wenig getan hatte. Unter den außereuropäischen Ländern war es besonders Nordamerika, wo sich das Ackerbauministerium der Frage annahm und wo vor allem die Untersuchung und Bekämpfung von *Fusarium lini* gefördert wurde. Aus den großen Anbaugebieten des Ölleins in Indien, Südamerika, Kleinasien wurde nur ab und zu in einzelnen Fällen etwas berichtet.

Diese Verhältnisse haben sich seit dem Weltkriege gründlich geändert. Die Wiederbelebung des Flachsbauens in Ländern mit alter Flachskultur oder seine Neueinführung in andere Länder erweckten wie für die Fragen des Anbaues überhaupt so auch für die möglichen oder bereits auftretenden Schädigungen ein starkes Interesse, das noch erhöht wurde durch die Forderung möglichst Flachs von bester Qualität zu erzeugen. Krankheiten, die etwa, ohne den Ertrag merklich zu mindern, gleichwohl die Qualität herabsetzen, fallen heute viel schwerer in die Wagschale als in früheren Zeiten. Ganz besonders gilt das für Deutschland, das seinen Flachsbau im Wettbewerb mit anderen Ländern nur dann zur Blüte bringen kann, wenn es hochwertige Qualitätsware erzeugt. In diesem Zusammenhang kann nicht eindringlich genug auf die Wichtigkeit einer allgemeiner verbreiteten Kenntnis der Krankheiten und ihrer Bekämpfung hingewiesen werden. Wird doch deren Bedeutung von den Anbauern vielfach gänzlich unterschätzt, ja sogar von den führenden Stellen erst allmählich gewürdigt. Diejenigen Stellen, die sich mit der Untersuchung von Flachskrankheiten befassen, könnten mehr leisten, wenn sie von der Allgemeinheit besser unterstützt würden: viel zu oft kommt es vor, daß bei einem Mißerfolg der Anbauer sein Flachsfeld einfach unterpflügt, ohne sich

¹ Die Abbildungen sind, falls nicht anders bemerkt, Originale des Verfassers.

über die genauere Ursache des Schadens Aufklärung zu verschaffen. So kommt es, daß der Wissenschaft viel wertvolles Material verlorengeht, und das ist um so bedauerlicher, als gerade für die genauere Erforschung der Flachskrankheiten noch sehr viel zu tun übrigbleibt. Denn es muß gesagt sein, daß trotz der großen Anstrengungen, die seit dem Kriege gemacht worden sind, unsere Kenntnisse zum Teil noch gänzlich lückenhaft sind: das gilt z. B. von vielen Pilzkrankheiten, die mehr oder weniger ungenau unter gemeinsamen Namen gehen, und z. B. vom Blasenfuß (Thrips), und dafür zeugt die Unfähigkeit der die Anbauer beratenden Stellen, praktisch wertvolle Ratschläge bei auftretenden Schäden zu geben. Wenn im Rahmen dieses Buches hier der Versuch gemacht wird, eine Übersicht über das gesamte Gebiet zu liefern, so ist sich der Verfasser wohl bewußt, daß hier nichts Abgeschlossenes geboten, öfters nur ein Hinweis und Anregung zur Nachprüfung gegeben werden kann.

Im folgenden seien für Interessenten noch kurz einige Institute und andere Stellen genannt, die über Flachskrankheiten arbeiten oder Auskunft geben können:

In Deutschland: das Forschungsinstitut für Bastfasern des Verbandes Deutscher Leinenindustrieller, in Sorau N. L.;

in Irland: Department of Agriculture and technical Instruction for Ireland, in Dublin. Ferner The Research Institute of the Linen Industry Research Association, in Lambeg, Co. Antrim;

in Holland: Rijksproefstation voor Zaadcontrole in Wageningen; ferner Centralbureau voor Schimmelcultures (Prof. Dr. Johanna Westerdijk) in Baarn, Javalaan 4;

in Rußland: die Flachsversuchsstation in Moskau;

in Nordamerika: U. S. Department of Agriculture, Washington.

Bevor auf die einzelnen Schädlinge eingegangen wird, seien im folgenden erst noch einige kurze Ausführungen allgemeiner Art gemacht, zunächst über

1. Art und Größe der Schädigungen.

Wir können unterscheiden zwischen Krankheiten, die durch den Leinsamen selbst verbreitet werden und solchen, die erst im Verlaufe des Wachstums auf dem Felde sich einstellen. Zu ersteren gehören vor allem *Fusarium*, *Colletotrichum* (*Gloeosporium*), *Polyspora*; ferner *Botrytis*, *Phoma*, *Cladosporium* und weitere Schwärzepilze. Es ist von größter Bedeutung für einen gesunden Flachsbau, daß diese Verbreitungsmöglichkeit den Anbauern bekannt ist, damit sie sich rechtzeitig schützen und kranke Saat ausmerzen können. Es ist erstaunlich, wie wenig hiervon im allgemeinen gewußt wird und mit welcher Gleichgültigkeit Hinweise auf Verlustmöglichkeiten aufgenommen werden. Es müßte zum mindesten für Züchtungen eine Selbstverständlichkeit sein, daß ihre Saat nur nach

eingehender Gesundheitsprüfung anerkannt und ausgesät werden dürfte. Von *Fusarium* und *Colletotrichum* stärker befallene

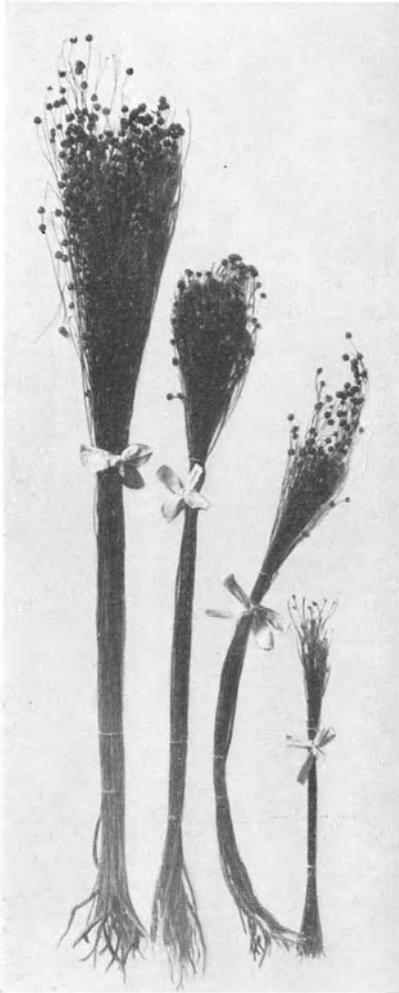


Abb. 27. Beispiel für Ertragsminderung an Flachs. Sorauer Reine Linie R 10, angebaut 1925. Von links nach rechts (je 40 Pflanzen pro Bündel abgebildet). 1. Normal, gesund. Gewicht von 100 Pflanzen = 257 g. 2. Von *Cladosporium* und etwas *Fusarium* befallen. Gewicht von 100 Pflanzen = 90 g. 3. Stark gelagert und von Schwärzepilzen befallen. Gewicht von 100 Pflanzen = 43 g. 4. Dürrewirkung auf leichtem Boden. Gewicht von 100 Pflanzen (Samen wurde nicht ausgebildet!) = 4,3 g.

Saat sollte am besten überhaupt nicht zur Aussaat gelangen und aberkannt werden! Mit der Saat auf das Feld gebracht wird gleichfalls die Flachsseide; hier hat, wie die Erfolge der letzten Jahre zeigen, die Einführung einer verbesserten Saatreinigung sehr zum Guten gewirkt. Im bäuerlichem Betrieb begegnet man allerdings noch Feldern, die stark verseidet sind. Viel umfangreicher ist die Zahl der Krankheiten, die nicht durch die Leinsaat verbreitet werden. Neben solchen, die rein durch Faktoren des Klimas oder Bodens bedingt sind, spielen die größte Rolle Pilzinfektionen und Befall durch Tiere: sie können intakte Felder, die von gesunder Saat auf gesundem Boden gewachsen sind, in wenigen Tagen bis zur Vernichtung schädigen. Die häufig gehörte Ansicht, daß gerade der Flachs unter Krankheiten kaum zu leiden habe und beinahe eine Art Ausnahmestellung unter den Kulturpflanzen einnehme, ist jedenfalls durchaus falsch. Richtig ist, daß die Flachspflanze über einen ziemlichen Grad von Regenerationsfähigkeit verfügt. Die Anschauung von der großen „Gesundheit“ der Flachspflanze an sich mag zum Teil auf dieser beobachteten Regenerationsfähigkeit begründet sein, zum andern Teil stammt sie sicherlich aus der Vorkriegszeit, wo infolge des in Deutschland minimalen Flachs-

baues naturgemäß auch wenig von Krankheiten gehört wurde. Demgegenüber sei auf die Schäden hingewiesen, die allein z. B. *Asterocystis*, der Wurzelbrand, in Belgien, *Fusarium lini*, die Flachselweke, in Nordamerika immer schon angerichtet haben.

Wie groß mögen die Verluste durch Krankheiten sein? Hier auch nur schätzungsweise Angaben zu machen ist unmöglich, weil es an einer statistischen Erfassung in fast allen Ländern fehlt. Leider, denn auf Grund solcher Übersichten würden die zuständigen Stellen sicherlich von der Notwendigkeit überzeugt werden Gegenmaßnahmen zu treffen. Nur aus Nordamerika liegen mir die Angaben von Valgreen (1922) vor.

Jährlicher durchschnittlicher Verlust an Flachssaat in Prozenten der normalen Ernte für den Zeitraum 1909—1918 in U.S.A.

Grund	Wasser- mangel	Zuviel Feuchtigkeit	Frost	Hagel	Über- schwemmung	Heiße Winde	Sturm	And. Klima- faktoreninkl. Winterkälte	Pflanzen- krankheiten	Insekten	Sonstige Tiere	Unbekannte Ursachen	Total
%	21,06	1,25	3,97	1,72	0,14	3,04	0,22	0,39	2,19	0,95	0,9	1,42	36,44

Jährlicher Schaden in Millionen Dollar.

Jahr	Total	Wasser- mangel	Frost	Hagel	Pflanzliche Krankheiten	In- sekten	Heiße Winde
1910	40,2	31,5	1,6	0,6	0,8	1,2	4,0
1911	25,9	11,7	5,9	0,6	1,5	1,2	2,0
1912	19,6	3,8	4,4	2,0	2,7	0,3	0,8
1913	20,4	14,4	0,6	1,0	1,0	0,1	1,3
1914	12,4	4,8	0,8	0,8	0,9	0,2	2,8
1915	7,0	0,8	3,0	0,8	0,9	kaum	0,1
1916	6,6	1,3	0,6	0,6	1,5	0,1	1,1
1917	31,9	26,3	1,5	0,6	0,6	0,6	1,5
1918	19,4	12,9	1,6	1,2	0,5	1,3	1,2
1919	24,5	15,5	0,2	0,7	1,3	4,3	1,4
Summe	207,9	123,0	20,2	8,9	11,7	9,3	16,2

Diese Angaben besagen also, daß jährlich durchschnittlich 36 % der normalen Ernte verlorengehen, daß der Totalverlust in 10 Jahren = 208 Millionen Dollar oder jährlich 20,8 Millionen Dollar betrug! Die Hauptschuld ist dabei auf das Konto der in Nordamerika eine besondere Rolle spielenden klimatischen Faktoren zu setzen. — Für Westeuropa einschließlich Deutschland liegen die Verhältnisse anders: unser Klima ist viel beständiger und es wird kein Ölflachs, sondern nur Faserflachs gebaut; einem direkten Saatverlust kommt nicht die Bedeutung zu wie oben, und eine Schätzung der Strohverluste ist schwierig. Nach meinen siebenjährigen Beobachtungen in Deutschland häufen sich hier die Verluste durch Pilze von Jahr zu Jahr, ohne daß sie als solche von den Anbauern erkannt würden: sie

sind nach meiner Ansicht neben dem Lagern die größte Verlustquelle für unseren Flachsbau! An dritter Stelle kommen Erdflöhschäden, während weitere Krankheiten wie Blasenfuß, Flachsseide, Dürre usw. zwar verheerend, aber im allgemeinen doch ziemlich begrenzt auftreten.

Die Krankheiten wirken sich wirtschaftlich nach zwei Richtungen hin aus. Für den Landwirt spielt die direkte Ertragsminderung, für die Industrie die Qualitätsminderung die größte Rolle. Dort, wo das Stroh wirklich begutachtet und nach seinem Faserwert bezahlt wird, hat natürlich auch der Landwirt den Schaden zu tragen, der aus der Qualitätsminderung hervorgeht. Letztere kann sich, soweit sie durch Krankheiten verursacht ist, am Stengelstroh in folgenden Mängeln äußern: geringe Festigkeit der Faser (Lager, Gloeosporium, Phoma usw.), unerwünschte Verholzung (Hagel, Rost), Schädigung von Glanz und Farbe (Polyspora, Rost, Schwärzepilze), mangelnde Spinnigkeit (übermäßiger Stickstoff, Rost, Fusarium), unerwünschte Verzweigung (Erdfloh, Blasenfuß, Hagel, Botrytis), zu große Kürze (Dürre, pathogene Pilze der flachsmüden Böden usw.), zu geringe Ausbeute (Lager, die meisten Pilzkrankheiten), usw. — Qualitätsminderung der Saat kann sich äußern in verminderter Keimfähigkeit (Pilze wie Fusarium, Gloeosporium, Botrytis usw.), vermindertem Korngewicht (Pilzwirkung, schlechte Reife) und vermindertem Ölgehalt. — Ob es später einmal gelingen wird auf Grund einer bestimmten im Felde festgestellten Krankheit sofort Schlüsse auf bestimmte Mängel der Faser zu ziehen, was für die Sortierung des Strohes, den Röstprozeß und die weitere Verarbeitung von Wichtigkeit wäre, ist noch zweifelhaft, da es bei den noch unvollkommenen Kenntnissen der Krankheiten an entsprechenden Untersuchungen fehlt; von Hagelflachs wissen wir, daß seine Faser infolge anatomischer Veränderungen nur noch zu Polsterwerg brauchbar ist, das gleiche gilt von bestimmten Lagerflächsen, und gewisse falsche Stickstoffdüngungen gelten als Ursache für Vergröberung der Faser und mangelnde Spinnigkeit. Aber für die Hauptmasse der pilzlichen Erkrankungen liegen keine Prüfungen vor, ob durch einen bestimmten Pilz immer eine charakteristische Wertminderung der Faser eintritt (z. B. schwere Röste infolge Polyspora, Glanzlosigkeit infolge extremer Trockenheit, Brüchigkeit infolge Fusarium und Phoma?). In dieser Richtung könnte ein enges Zusammenarbeiten der Praxis (Rösterei und Spinnerei) mit der Wissenschaft sicherlich für beide Teile wertvolle Aufschlüsse verschaffen.

2. Bekämpfung der Krankheiten.

Eine zielbewußte Bekämpfung erweist sich von Jahr zu Jahr als immer notwendiger, und es haben gerade in letzter Zeit viele darauf-

hin zielende Versuche eingesetzt. Wenn hierbei im allgemeinen erst wenig Erfolge erreicht wurden, so liegt das größtenteils an unseren geringen Kenntnissen über die Einzelheiten der Krankheiten; es steht jedoch zu hoffen, daß weitere Fortschritte gemacht werden.

Die sicherste Abwehr liegt in der Vorbeugung — sie ist der direkten Bekämpfung des Erregers im Flachsfelde weit überlegen. Zu ihr gehört in erster Linie die Forderung, daß das verwendete Saatgut vollkommen gesund ist. Hiergegen wird häufig gesündigt; nach meinen jahrelangen Gesundheitsprüfungen wird z. B. Leinsaat, die von *Fusarium*, *Gloeosporium*, *Botrytis* und anderen Schädlingen befallen ist, vielfach ohne Bedenken ausgesät. Das müßte unbedingt vermieden werden! Tritt die Krankheit erst einmal im Felde auf, so ist ihre Ausrottung schwierig, wenn nicht unmöglich. Deshalb ist der Saatgutbeschaffenheit die größte Aufmerksamkeit zuzuwenden, schon bei der Ernte und nachfolgender Reinigung. Saatpartien von kranken Feldern sollen niemals mit gesunder Saat zusammen geerntet und vermischt werden. Durch zweckentsprechende moderne Reinigungsanlagen werden sich pilzkranken Kümmerkörner, schlecht gereifte Flachkörner, die schwache, wenig widerstandsfähige Pflanzen liefern, Kapsel-, Blatt- und Stengelreste, die z. B. Rost verbreiten können, und Seidekörner in der Regel entfernen lassen. Ob weiterhin ein Dörren der Saat in Frage kommt, ist noch nicht so genau untersucht, daß man bestimmte Vorschriften geben könnte. Das Dörren (40 ° C.) war oder ist in den westlichen Randstaaten (Livland) zum Teil in Gebrauch, da man ihm durchweg eine Verbesserung der Saatgutqualität zuschreibt. Schindler (1894) fand bei gedörrter Leinsaat 73 % Keimenergie und 90 % Keimfähigkeit, bei ungedörrter nur 40 % bzw. 54 %. Nach Gentner (1923) ging bei zwei kranken Leinsaatproben nach Erhitzen auf 40—45 ° (drei Stunden) oder 60—80 ° (7 Minuten) der Befall durch *Fusarium* und *Phoma* zurück, ohne jedoch ganz zu verschwinden. Eine Wiederaufnahme der alten Versuche und exakte Prüfung wäre jedenfalls mit Rücksicht auf die schlechten Saatqualitäten, die vor allem in nassen Jahren geerntet werden, erwünscht¹. Die Anschauung, daß solches Saatgut durch den schnellen Wasserentzug gesundheitlich verbessert wird, hat etwas für sich.

Ähnlich liegen die Verhältnisse bei der manchenorts empfohlenen und angewandten Rastung oder Lagerung der Saat. Nach Gruschwitz (1920) wird z. B. in Holland die Leinsaat in vorgereinigtem Zustand an die Saathändler oder Röstanstalten abgeliefert, wo sie bis zum Frühjahr lagert, um dann erst sehr sorgfältig nachgereinigt zu werden. Durch diese Lagerzeit soll erreicht werden, daß im Winter

¹ Die (japanisch geschriebene) Arbeit von Tochinai and Enomoto (1924) stand mir leider nicht zur Verfügung (Dörrversuche gegen *Colletotrichum*).

viele weniger keimkräftige Körner eintrocknen, leichter werden und sich bei der Frühjahrsreinigung leicht entfernen lassen, so daß ein vollkommen gesundes erstklassiges Saatgut resultiert. Bei der eigentlichen Rastung läßt man jedoch die Leinsaat ein oder mehrere Jahre — bis zu sieben Jahren wird sogar angegeben! — lagern, ehe sie zur Aussaat kommt; so soll ein längerer und feinerer Flachs erzielt werden¹. Doch fehlt es auch nicht an ablehnenden Stimmen. Sicher ist jedenfalls, daß die Keimprozente mit der Lagerung abnehmen, wobei der ursprüngliche Gesundheitszustand eine Rolle spielt: gesunde Saat geht langsam, infizierte Saat schneller herunter. Bei manchen von *Gloeosporium* befallenen Proben fand ich sogar innerhalb des kurzen Zeitraums, der von Ernte bis Aussaat verging, stufenweise ganz bedeutende Verluste an Keimprozenten, z. B. im September 83 %, im Dezember 71 %, im April nur noch 64 % K. E. Solche Beobachtungen mahnen zur Vorsicht bei der Untersuchung und Angabe der Keimkraft, sie lassen die Forderung, daß die Saatprüfung am besten kurz vor der Aussaat vorgenommen wird, als berechtigt erscheinen. Dafür, daß gesunde Saat verhältnismäßig viel langsamer zurückgeht, führt Gentner (1923, S. 288) einige Beispiele an: zwei Proben von je 90 % Keimfähigkeit hatten nach sieben bzw. fünf Jahren Lagerung noch 61 % bzw. 81 % Keimfähigkeit, eine von 98 % nach fünf Jahren noch 81 %, eine von 93 % nach vier Jahren noch 85 % Keimfähigkeit.

Eine weitere Vorbehandlung der Saat ist möglich vermittels Beizung (vgl. hierzu Schilling [1925 (1)], [1925 (2)], [1927]). Durch sie könnte erreicht werden eine Abtötung der schädlichen, am oder im Leinsamen befindlichen Pilze und Bakterien, vielleicht auch eine schnellere Keimung und kräftigeres Wachstum². Das bis jetzt vorliegende Beobachtungsmaterial ermuntert zwar dazu, insbesondere kranke Saaten zu beizen, doch ist es noch zu gering, um bestimmte allgemeingültige Vorschriften zu geben. Wäßrige Beizlösungen haben den Nachteil, daß infolge Aufquellens der Schleimepidermis die Leinsamen \pm miteinander verkleben; bei vorsichtigem Benetzen der Saat kann dieser für das Drillen ins Gewicht fallende Nachteil in etwas durch reichliches Umschaukeln des Saatgutes vermieden werden. In Nordamerika wird demgemäß die wäßrige Formaldehydbeizung (1 Pfund 37% Formaldehyd auf 40 Gallonen Wasser) stark propagiert gegen *Fusarium*. Von nicht wäßrigen Flüssigkeiten sind nach Fischer und

¹ Wahrscheinlich verlieren irgendwie infizierte Körner ihre Keimkraft schneller als die gesunden; die Kümmerpflanzen, die aus den infizierten Körnern hervorgegangen wären, werden durch die Rastung also ausgemerzt, d. h. sie fallen als Wachstumskonkurrenten der Gesunden und als Verschlechterer der Faserqualität fort.

² Schilling (1927) konnte zeigen, daß durch Trockenbeizung die Erntezahl gesunder Stengel erhöht wird.

Scharrer¹ Trichloräthylen und Tetrachlorkohlenstoff für Leinsamen sehr geeignet. Nähere Angaben über fungizide Wirkung werden nicht gemacht; der Nachteil des hohen Preises dieser Beizflüssigkeiten soll durch Verwendung eines zweckentsprechenden Apparates ausgeglichen werden. Einfacher und billiger ist die Anwendung von Trockenbeizen, die beim Schütteln die Oberfläche der Leinsamen als feine staubförmige Schicht überziehen. Aus der großen Zahl der angebotenen Präparate scheinen vor allem diejenigen der Farbenindustrie-Akien-gesellschaft (Uspulun, Höchster Beize, Agfa) und der Magdeburger Saccharinwerke geeignet zu sein. Erfolge gegen Botrytis werden aus Holland berichtet, in meinen eigenen Versuchen ließen sich damit Botrytis, Gloeosporium und Fusarium bekämpfen. Falls jedoch die Pilzinfektion nicht auf die Samenschale beschränkt war, sondern den Embryo selbst ergriffen hatte, war eine Beizung wirkungslos. Weitere Beizversuche unter besonderer Berücksichtigung von Gesundheitszustand der Saat und Bodenbeschaffenheit sind notwendig.

Eine weitere vorbeugende Maßnahme besteht darin, daß man überhaupt nur möglichst krankheitsfeste Leinsorten anbaut. Die Züchtung solcher scheint nach den Mitteilungen aus Nordamerika, Japan und Holland sowie nach meinen eigenen Beobachtungen Erfolg versprechend zu sein. Vgl. weiteres im 3. Kapitel, Seite 52.

Auch durch eine zweckentsprechende Bodenbehandlung wird sich manches erreichen lassen. Kräftiges Bearbeiten kann direkt tötend auf gewisse Stadien der Insekten und Unkräuter wirken, andererseits die wasserhaltende Kraft und damit die Wachstumsbedingungen verbessern. Gerade der Flachs ist ja für Bodenbearbeitung sehr dankbar; ebenso wird eine richtige Düngung (Rücksicht auf Bodenreaktion!) die Disposition für Krankheit herabsetzen. Sehr wichtig ist die Wahl der Fruchtfolge, vgl. hierzu „Bodenmüdigkeit“. Tritt Asterocystis auf, so ist sogar zu empfehlen, die angrenzenden Felder nicht mit solchen Gewächsen zu bestellen, die als Wirt und Überträger dienen können (Erbsen, Klee, Senf, Spinat, Rettich, Kerbel). Von großem Werte wäre es, wenn eine Bodendesinfektion möglich wäre; Versuche in dieser Richtung wären angebracht; meine eigenen verliefen bisher negativ, werden aber fortgesetzt.

Die direkte Bekämpfung der Krankheiten auf dem Felde stößt, wie schon eben erwähnt, auf große Schwierigkeiten. Sie wird wohl niemals eine restlose Vernichtung der Schädlinge erreichen, sondern sich damit begnügen müssen, die erkrankten Partien oder die Schädlinge selbst, so gut es geht, zu beseitigen. Ausreißen und Verbrennen von Seidenestern ist noch das relativ Einfachste — Aus-

¹ Chem.-Zeit. Bd. 49, S. 757. 1925. — Weitere Angaben in Fortschr. d. Landwirtsch. Bd. 1, S. 288. 1926.

reißen von Stellen, die mit Blasenfuß besetzt sind, wird, wenn das geflügelte Insekt vorliegt, kaum Erfolg haben. Auch beim ersten Auftreten von Pilzkrankheiten, soweit solche überhaupt erkannt werden können, kann die Beseitigung der erkrankten Stellen versucht werden (Asterocystis, Botrytis), um eine weitere Ausbreitung wenigstens zu erschweren; sonst aber ist diese Art der Bekämpfung bei den Pilzkrankheiten, und gerade bei den gefährlichsten wie Fusarium und Colletotrichum, wegen der großen Menge und Kleinheit der Sporen zwecklos. Staubförmige Streupulver¹ können gegen Erdflöhe angewandt werden, desgleichen tragbare oder fahrbare Klebefahren². Besondere Mittel gegen Blasenfuß sind meines Wissens im Flachsbaue nicht angewandt worden. Schnellstes Ausdreschen wird gegen weitere Ausbreitung des Flachsknotenwicklers empfohlen³.

Aus dieser kurzen Schilderung der Abwehrmaßnahmen ergibt sich, daß, wenn man einen gesunden Flachsbaue erzielen will, eine Hauptforderung ist, von vorn herein der Qualität des Saatgutes größte Aufmerksamkeit zu schenken. An Reinheit, Keimkraft und Gesundheit sind die schärfsten Anforderungen zu stellen!⁴ Verminderte Keimfähigkeit ist sehr häufig auf Erkrankung der Saat zurückzuführen!

B. Besonderer Teil.

1. Nichtparasitäre Krankheiten.

a) Klima und Boden.

1. Kälte. Das berechtigte Bestreben, die Flachsaussaat im Frühjahr so zeitig wie möglich vorzunehmen, bringt die Gefahr mit sich, daß die jungen Pflänzchen in Frostperioden hineinkommen; ebenso können ja noch im Mai mehr oder weniger regelmäßig Nachtfröste auftreten, und in ganz seltenen Fällen könnten im Juni bis Juli gesäte „Spätflächse“ zur Zeit der ersten Herbstfröste noch auf dem Felde stehen. Es ist deshalb die Frage, ob und inwieweit der Flachs durch Kälte Schaden erleidet, von einiger praktischen Bedeutung.

Bei der Beantwortung stellt sich heraus, daß die Ansichten hierüber ziemlich weit auseinandergehen. Während ein Teil der Flachsbaue diese Frage verneint und dementsprechend früh aussät, wird sie von vielen anderen bejaht, und als der alleinige Grund für eine späte Aussaat die Frostgefahr angegeben. Auch in der Literatur findet sich vielfach die Angabe verbreitet, daß der Flachs recht frostempfindlich sei. So

¹ Z. B. Eklatin, Ruskalin, Erdflöh-Pulvat, Ri 26 usw.

² Vgl. S. 189.

³ Vgl. S. 189.

⁴ Vgl. Schilling 1927 (1).

berichtet z. B. Krünitz (1806, Seite 121/22), daß bei der Frühsaat (um den 4. April herum) den jungen Leinpflanzen der Haupttrieb erfriert und daß die dann auftretenden 2—5 Nebentriebe naturgemäß eine schlechte Strohernte liefern, und auch J. Frost (1909, Seite 53) gibt unerwünschte Staudenbildung als Folge starker Nachtfröste an. Auf der anderen Seite schreibt z. B. Kleberger (1920, Seite 119), daß bei seinen Leinversuchen im Jahre 1920 der am 15. Februar und 1. März ausgesäte Flachs wiederholte Nachtfröste von 2—3 °C. unter Null ohne Schaden aushielt, und dasselbe berichtet Kuhnert (1920, Seite 79), der darauf hinweist, daß man gerade in Schlesien auf Frühsaat bedacht sei und sich nicht vor Frösten oder verspäteten Schneefällen fürchte.

Experimentelle Prüfungen dieser Frage haben erst in den letzten Jahren eingesetzt. Es leuchtet ein, daß mit einer bloßen Anhäufung von Beobachtungen für eine genauere Analyse zunächst nichts gewonnen ist, da sicherlich mehrere Nebenumstände, wie z. B. Beschaffenheit der Saat, des Bodens, Anwesenheit von schädlichen Pilzen und dgl., mit hineinspielen können. Eine größere Studie über unsere Frage verdanken wir R. L. Davis 1923 (1).

Tabelle I.

Versuche über den Frostwiderstand von Flachs, nach Davis.

Versuchs-Nr.	Datum	Zahl der Tage		Minimumtemperaturen in Celsius		Prozent der überlebenden Pflanzen	Bemerkungen
		nach der Aussaat	der Exposition	unschädlich	schädlich		
1	1921 18. Nov.	52	8	— 2,7	— 4,4 bis — 5,0	0 bis 37,5	Die zweiten Blätter waren gebildet
2	1. Dez.	42	8	— 2,7	— 4,4 bis — 5,0	1 bis 12,5	Pflanzen mit Keimblättern
3	1922 21. Febr.	6	6	+ 3,8	— 7,7	0 bis 15	—
4	6. März	7	2	+ 1,1	— 6,1	17 bis 54	Erde z. Z. der Aussaat sehr kalt
5	11. März	10	7	— 3,3	— 6,1 bis — 7,2	0 bis 7	Starker Wind mit Frosttemperatur
6	22. März	4	10	— 3,3	— 3,9	21 bis 92	—
7	30. März	5	4	— 3,3	— 3,9	8 bis 48	Starke Schloßen am 31. März. Pflänzchen vom Eis niedergedrückt

Die Nummern 1 und 2 waren mit 1 Fuß hohem Schnee bedeckt, der nach zwei Wochen schmolz, ohne Schaden für den Flachs. Zur Verwendung kamen: importierte Faserflächse; Ölflächse; zwei Handelsorten Faserflachs, sowie eine Anzahl von amerikanischen Faserflachszüchtungen. Davis schließt aus seinen Untersuchungen, daß in keinem Falle eine Temperatur von — 3,3 ° schadet, daß andererseits schon bei

—3,9° und darunter der Schaden einsetzt. Eine Temperatur von —7,2° tötete die Pflanzen aller Sorten, nur von der widerstandsfähigsten blieben 7 % am Leben. Die kritische Temperatur für Flachs im allgemeinen dürfte demnach zwischen —3° bis —4° liegen.

Zu wesentlich anderen Zahlen kommen die irländischen Forscher (Pethybridge 1922, Seite 115). Sie meinen, daß die Frostempfindlichkeit des Flachses bei weitem nicht so groß ist, als allgemein angenommen wird. Bei ihren Experimenten beobachteten sie, daß Flächse, die 4—5 Tage nach dem Auflauf Temperaturen von —14° C und —11,7° C ausgesetzt waren, zwar am Rande der Keimblätter kleine Schäden zeigten, sonst aber gesund blieben und in ein ungeheiztes Gewächshaus zurückgebracht, sich normal weiter entwickelten.

Ich selbst fand im Oktober 1925 folgendes: Landsorten und Züchtungen sowohl von Faser- wie von Öflächsen überstanden auf ungeschütztem freien Versuchsland nächtliche Fröste von —2° bis —3° ohne Schaden. Dabei waren Pflanzen in allen Altersstadien vertreten, vom jungen Keimling bis zur erwachsenen, blühenden oder bereits fruchtenden Pflanze. Nur bei den älteren Pflanzen wurde festgestellt, daß die ältesten, am unteren Stengelteil befindlichen Blätter erfroren und abfielen; als eine Schädigung kann das aber kaum bezeichnet werden, da diese Blätter ohnehin auch in normalem Zustand nach und nach gelblich werden und abfallen. Im Januar 1926 gesäter Faser- und Öllein hielt —13° aus.

An jungen Pflänzchen pflegt eine Frostschädigung sich dadurch bemerkbar zu machen, daß etwa 2 cm über der Erde am Hypokotyl eine schmale rötlich gefärbte Zone auftritt, in der dann das Stengelgewebe allmählich einschrumpft. Schließlich kann dies zum Umfallen und Absterben des ganzen Pflänzchens führen (vgl. Abb. 28). Da die Wurzel öfters erhalten bleiben kann — falls sie nicht von schädlichen Pilzen getötet wird — und da die junge Flachspflanze auch in dekapiertem Zustande sehr regenerationsfähig ist, so kann es unter einigermaßen günstigen Bedingungen zur Bildung von Adventivknospen und sonst zu der eingangs erwähnten „Staudenbildung“ kommen.

Es ist nun interessant und für die Züchtung bedeutungsvoll, daß Davis der Nachweis gelang, daß die Frostempfindlichkeit der verschiedenen Leinsorten nicht gleich ist, sondern daß sich hier spezifische Unterschiede zeigen, mit denen gleichzeitig eine mehr oder minder große Widerstandsfähigkeit gegen *Fusarium* verbunden ist. Unter sieben am meisten gegen Frost empfindlichen Sorten befand sich nur eine, die ziemlich fusariumfest war, andererseits war von den sieben frostbeständigsten Sorten nur eine wenig fusariumfest. Weißblühender Holländer Lein konnte weder Frost noch

Fusarium vertragen. — Die Irländer (1922, S. 116) glauben, daß größere „Frostschäden“ in Wirklichkeit durch die Mitwirkung von Pilzschädlingen — genannt wird *Colletotrichum lini* — zustande kommen. Größere Untersuchungen über den Zusammenhang zwischen Kälteempfindlichkeit und Pilzbefall beim Flachs scheinen demnach angebracht zu sein.

Über den Einfluß, den Frost auf die Samen ausübt, liegt eine Mitteilung von Schulow und Morosow vor (1915). Samen, die vom 21. Februar bis 20. März Temperaturen von 2—20° Kälte ausgesetzt waren, hatten in der Keimfähigkeit absolut nicht gelitten, sie keimten zu 100 %, wie vorher auch. Die Länge der aus den durchgefrorenen Samen

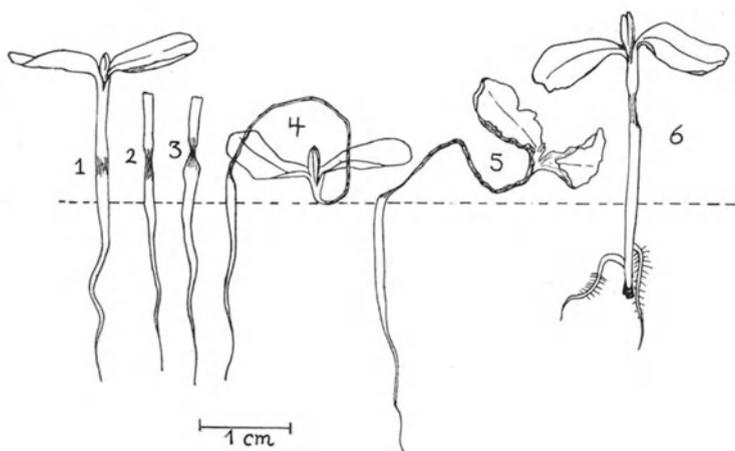


Abb. 28. Frostwirkung auf Flachskeimlinge nach Davis, Pflanze Nr. 6 zeigt außerdem Wurzelschädigung durch *Fusarium lini*.

heranwachsenden Pflanzen wurde sogar günstig beeinflusst, indem bei acht von zehn geprüften reinen Linien Steigerungen der Stengel­länge von 2—19,6 % festgestellt wurden.

Anhangsweise sei noch kurz auf den „Winterlein“ hingewiesen, der ja eine biologische Sonderstellung einnimmt. Obschon man annehmen könnte, daß diese Form, die bekanntlich im August bis September ausgesät wird und überwintert, besonders widerstandsfähig gegen Kälte sei, zeigt die Erfahrung doch, daß der Winterlein dort erfriert, wo es an einer rechtzeitig im Herbst niedergehenden Schneedecke fehlt (weiteres vgl. Kremer [1923]).

2. Wärme. Beschädigungen durch übermäßige Wärme dürften in Europa dank seines Klimas sehr selten sein. Daß lange anhaltende Dürre nachteilig auf die Entwicklung wirkt, ist bekannt, aber es ist wahrscheinlich, daß dabei nicht die Hitze an sich, sondern die erschwer­te Wasserbilanz die Schuld trägt. Zudem steht eine ein-

gehende anatomische Untersuchung von Stengel und Faser aus heißen, trockenen Jahren (1917, 1925!) noch aus, so daß man über die einzelnen Faktoren, die die Mängel der aus solchen Jahren stammenden Flächen verursachen (z. B. wird Glanzlosigkeit, Sprödigkeit, schwere Röste angegeben), nichts Genaues sagen kann.

Für Anbaugelände jedoch, die z. B. wie Nordamerika ein heißes, semiarides Klima haben, spielt die Wärme als schädigender Faktor sehr wohl eine Rolle. Wir verdanken darüber Reddy und Brentzel eine genauere Untersuchung (1922). Sie bezeichnen den Schaden als „heat canker“, Hitzekrebs — er ist aber nicht parasitischer Natur, und der Name scheint mir deshalb nicht glücklich gewählt. Die Erscheinung tritt dort in der zweiten Juni- und ersten Julihälfte regelmäßig auf und verursacht an den in Minnesota, Dakota und Montana gebauten Flächen schwere Verluste. Am Wurzelhals junger Pflanzen bräunt sich die Rindenpartie, stirbt ab bis zum Zentralzylinder und fällt zusammen, so daß die Pflänzchen mit einer ringförmigen toten Zone umgürtelt sind. Die Folge kann sein sofortiger Tod oder langsames Absterben der Pflanze; auch im späteren Alter wirkt die einmal gebildete Zone noch verderblich, indem von dort aus parasitische Pilze eindringen oder bei starken Winden die Pflanze dort umknickt. Der Hitzekrebs tritt nur auf, wenn sehr heiße Tage und eine gewisse Sukkulenz der jungen Pflänzchen zusammentreffen, ältere Pflanzen sind nicht mehr empfänglich. Auf die interessanten Einzelheiten der schönen Experimentalarbeit kann hier leider nicht weiter eingegangen werden. Als Gegenmaßnahme wird empfohlen größere Aussaatstärke (wirksam durch stärkere Beschattung), frühere Aussaat und vielleicht auch Anlage der Drillreihen in der Nord-Süd-Richtung, um die meist in der Ost-West-Richtung laufenden heißen Winde abzuschwächen.

Verschieden von diesem Hitzekrebs ist eine Erscheinung, die bei windigem Wetter in den trockensten Gebieten der nordamerikanischen Ebene auftritt: ältere Flachsstengel knicken gleichfalls an der Basis um, jedoch nur deshalb, weil hier die Gewebe infolge der Hitze und Trockenheit außerordentlich holzig, brüchig und trocken sind. Nicht eine vorhergegangene Zerstörung, sondern mangelnde Elastizität dürfte die alleinige Ursache sein. (Reddy and Brentzel a. a. O.)

Nach älteren Angaben von Renouard (1879) sollen als Folge übermäßiger Trockenheit zwei Krankheiten auftreten, die als „Le rouge“ (Rötung der Stengelenden) und „Le jaune“ (frühzeitiges Vergilben der Köpfe) bezeichnet werden. Eine Nachprüfung der auch sonst sehr primitiven Angaben Renouards ist nötig, da er über die Pilzkrankheiten des Flachses nicht informiert war.

3. Feuchtigkeit. Wenn auch der Flachs, besonders im Jugend-

stadium, für hinreichende Feuchtigkeit sehr dankbar ist, so kann ihm gleichwohl ein Übermaß davon oder Auftreten zur unrechten Zeit schädlich werden¹, direkt und indirekt. Bekannt ist, daß stauende Nässe im Boden von Flachs schlecht oder gar nicht vertragen wird. Vom Hochwasser 1926 betroffene Felder fand ich von der Spitze her absterbend unter gelblicher, zuletzt brauner Verfärbung; die geschwächten Pflanzen wurden dann von Botrytis und Cladosporium vernichtet. Starke Regengüsse können direkt das gefürchtete Lagern herbeiführen und weiterhin indirekt schaden, indem die Feuchtigkeit zwischen den gelagerten Pflanzen das Wachstum schädlicher Pilze begünstigt. Tritt nach einer Periode, in der der Flachs irgendwie geschwächt ist, plötzlich nasses Wetter auf, so kann dies ebenfalls pilzlichen Parasiten im Flachsfelde zu rapidem Wachstum verhelfen und die Ernte gefährden. Flachsstroh wird häufig von Schwärzepilzen (Cladosporium, Alternaria, Pleospora usw.) befallen: auch bei diesem sog. „angeregneten oder angerösteten“ Stroh spielt die Feuchtigkeit eine ausschlaggebende Rolle. Nach Renouard (1879) soll übermäßige Feuchtigkeit gleichfalls die Ursache sein für das Abfallen der Köpfe an Flachspflanzen (l'étêtement). Besonders unangenehm kann übermäßige lang andauernde Nässe zur Zeit der Ernte werden, indem, abgesehen von dem eben erwähnten Anrösten und Schwärzen der Stengel, auch die Leinsaat geschädigt wird: die Gesundheit der Samen wird ungünstig beeinflusst oder es kann sogar zum Auskeimen in der Kapsel kommen. Leinsaat, deren Ernte unter Nässe zu leiden hatte, fällt gegenüber normaler Saat auf durch den starken Befall parasitischer Pilze wie Botrytis, Gloeosporium, Fusarium usw., erweist sich auch als leicht infizierbar und unregelmäßig keimend, und ist im Gebrauchswert oft stark herabgesetzt. Solche Saat ist auch in der Farbe verändert, indem viele dunkle, ja fast schwarze Körner auftreten: „bunte Saat“. Die Infektion wird dadurch erleichtert, daß Pilzsporen und Bakterien leicht an der durch die Feuchtigkeit gequollenen Schleimschicht kleben bleiben, wahrscheinlich auch deren Kohlehydrate gleich als Nahrungsquelle ausnutzen, und ferner dadurch, daß die Samenschale feucht gewesener Körner beim Trocknen Risse und Spalten bekommt, die leicht als Einfallstor für Schädlinge beim Keimungsvorgang dienen. Daß ebenso Leinsaat in Lagerräumen vor Nässe zu schützen ist, da sie sonst schimmelt und „muffig“ wird, ist zwar bekannt, doch zeigen gelegentlich vorgelegte Saatproben aus bäuerlichen Betrieben immer noch diesen Fehler. Das Auswachsen der Samen in den Kapseln auf dem Felde wird in der Praxis nur selten beobachtet, da ja die Felder

¹ Nach Valgreen (1922) betrug z. B. in U.S.A. 1912 dieser Schaden 2,2 Millionen Dollar für Flachssaat.

meist vor der völligen Reife gerauft werden; beim Anbau von Öllein oder in Flachszeitgärten aber, wo es gerade auf völlige Reife ankommt, kann es doch recht unangenehm werden. Da der Same ohne Ruhezeit sofort nach dem Reifen keimfähig ist, keimen die zuerst entwickelten und ausgereiften Kapseln besonders leicht aus (Tammes 1918, S. 226). Kommt dann wieder trockenes Wetter, so vertrocknen auch die Keimlinge und sterben. Mir selbst sind verschiedentlich Fälle vorgekommen, in denen Handelssaatproben 5—20 % angekeimte (Wurzeln 1—3 mm lang!) Körner enthielten, die die Keimenergie natürlich entsprechend her-

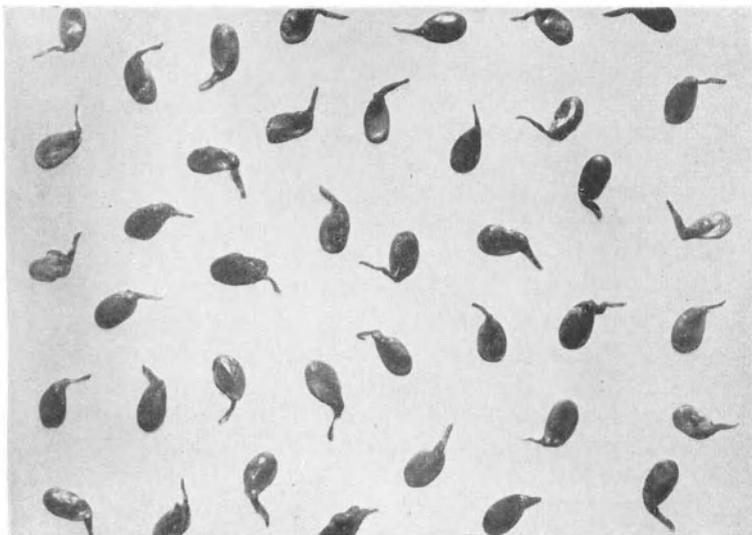


Abb. 29. Aus einer Handelssaatprobe: angekeimte, tote Leinsamen.

untersetzten (s. Abb. 29). Unangenehm kann feuchtes Wetter gegen die Erntezeit hin auch dadurch werden, daß unterhalb der reifenden Haupttriebe plötzlich Nebentriebe noch zu kräftigen Wachstum angeregt werden: die gebildeten Kapseln liefern ein unreifes oder infiziertes Korn und setzen dadurch die Saatgutbeschaffenheit herab. Solche „Zwieblüte“ war z. B. beim feuchten Erntewetter 1925 häufig zu beobachten.

4. Hagel. Hagelschläge können wie bei anderen Kulturpflanzen so auch beim Flachs erheblichen Schaden stiften; so wird z. B. der Verlust an Leinsaat in U. S. A. durch Hagel im Jahre 1912 mit 2 Millionen Dollar, der jährliche durchschnittliche Verlust für 1910—1919 mit 890 000 Dollar angegeben (Valgreen 1922). Auch im russischen Flachsbauggebiet treten größere Hagelschäden auf, doch liegen mir keine Schätzungen

vor. Sie fehlen auch für Deutschland, wo man allerdings in der Regel nur von einzelnen örtlichen Verlusten hört¹. Als indirekte Wirkung des Hagels kann infolge der Verwundung und Schwächung der Flachspflanzen eine Disposition für Pilzkrankheiten verzeichnet werden.

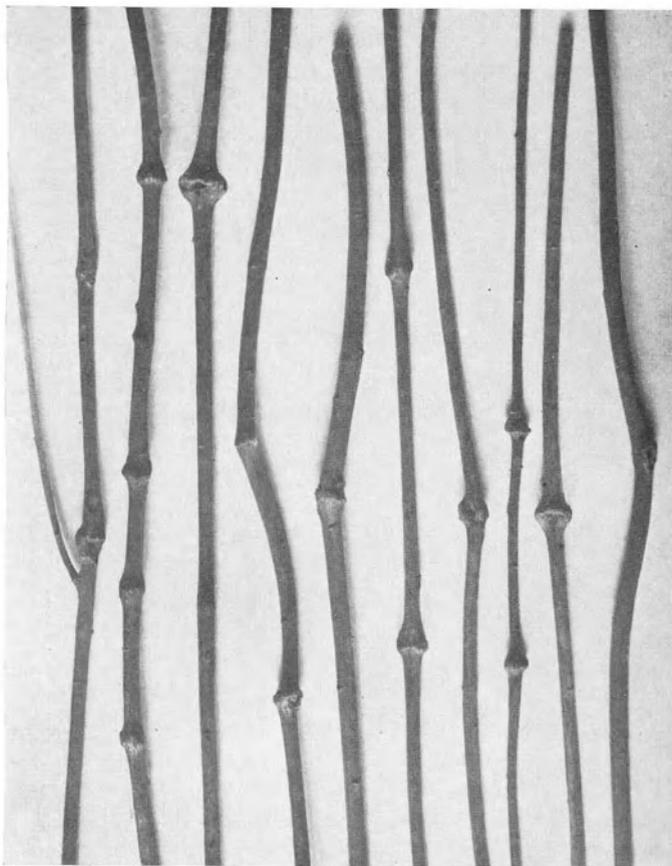


Abb. 30. Flachsstengel mit „Hagelknoten“.

Die direkte Wirkung kann je nach der Hagelstärke und dem Alter des Leins verschieden sein. Schwächere Hagelfälle, die die Pflanzen nur anschlagen, werden leicht überwunden, bei starken Hagelfällen leiden ganz junge Keimlinge, die nur die Keimblätter entfaltet

¹ Die Wirkung des Hagels wurde mir ad oculos demonstriert, als Mai 1925 ein Hagelschlag von 15 Minuten Dauer etwa 25% der Flachskulturen des Forschungsinstitutes in Sorau vernichtete.

haben, schwer, da sie infolge ihrer Zartheit vielfach ganz abgeschlagen werden. Nun können zwar dekapitierte Leinkeimlinge — also auch nach Verlust der Hauptknospe — auf dem hypokotylen Stengelgliede neue Adventivtriebe bilden, von denen einer allmählig den Ersatz des verlorenen Haupttriebes übernimmt, doch geht diese Regeneration so langsam und im Felde so ungleichmäßig vor sich, daß das Feld in praxi besser unterpflügt wird. Etwas besser steht es, wenn die Pflanzen bereits mehrere Laubblattfolgen entwickelt haben. Dann können aus den Blattachseln gleichfalls Adventivtriebe hervorbrechen und ziemlich schnell den fehlenden Haupttrieb ersetzen, oder die bloß umgenickten Pflanzen richten sich schnell wieder auf. Jedoch kommt es dabei oft zur Bildung von zwei Halmen, und dieser „Zwiewuchs“ bedeutet Wertminderung. Das gleiche gilt auch für noch größere Pflanzen, die etwa Ende Mai bis Ende Juni betroffen werden. Die

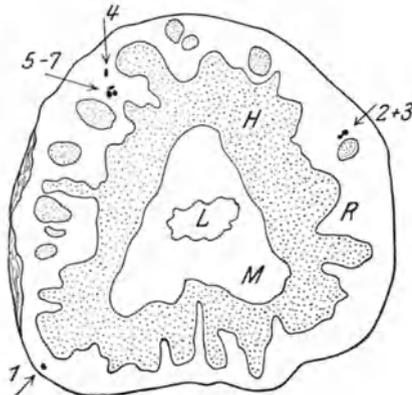


Abb. 31. Querschnitt durch einen Hagelknoten.
L = Lufthohlräum. M = Mark. H = Holz.
R = Rinde. 1—7 = Reste der Bastbündel.

Mehrzahl der umgeschlagenen Stengel vermag sich allerdings innerhalb weniger Tage negativ geotropisch wieder aufzurichten (Schilling, 1923), und auch die Knickstellen (sie sind als knotige Anschwellungen kenntlich, vgl. Abb. 30) und Wunden verheilen bald; gleichwohl ist auch in diesem Alter ein stärker verhageltes Flachsfield schwer geschädigt, indem das Stroh für die Langfaserergewinnung untauglich ist und besser nur auf Polsterwerg verarbeitet wird. Die Bastfasern zerreißen nämlich an den

Hagelknoten meist schon auf der Knickmaschine und werden beim Schwingen im Abstand von 1,5—2 cm zu beiden Seiten der Hagelstellen abgeschlagen (Müller 1923 (2), S. 261/62). Die anatomische Untersuchung der Hagelknoten klärt das auf (Schilling 1921): die Bastfasern sind in der Mitte der Knoten bis auf wenige Überreste verschwunden (Abb. 5), ober- und unterhalb davon degeneriert, verholzt und brüchig geworden, zeigen auch die bekannten „lokalen Anschwellungen“ [Schilling 1922 (3)], ebenso ist die übrige Rinde nebst Holzkörper ungünstig verändert und in ein dünnwandiges brüchiges Wundgewebe umgewandelt (Schilling 1923). Bisweilen entstehen an den Stengeln größere Spalte und Reißwunden, die, falls sie nicht schnell verheilen, als Eingangspforten für schädliche Pilze dienen. Anhangsweise sei erwähnt, daß unvorsichtiges Jäten im Flachsfelde und

andere mechanische Beschädigungen gleichfalls zur Knotenbildung führen¹.

5. Druschbruch der Leinsaat. Das altübliche Dreschen des Leins bringt den Nachteil mit sich, daß es die Fasergüte des Strohes herabsetzt und ferner bei sachgemäßer Ausführung gleichzeitig auch die Saat beschädigen kann. Mir selbst sind öfters Saatproben zwecks Untersuchung vorgelegt, die zu 10—15—20 % und manchmal noch mehr aus zerschlagenen oder verletzten Körnern bestanden. Eine derartige Wertminderung ist um so bedauerlicher, wenn es sich dabei um sonst erstklassige, hochwertige Züchtungssaat handelt. Eine restlose Trennung solchen Saatgutes in unverletzte und beschädigte Körner ist nicht möglich, da vielfach Körner vorhanden sind, die Gewicht und Form behalten haben und nur bei genauester Beobachtung feine Risse und Spalten zeigen. Bei der Keimung erweisen sich auch diese als minderwertig, indem sie verzögert oder garnicht keimen und fast stets „falsche Keimung“ zeigen: zuerst brechen die Keimblätter hervor, die Wurzel wird hinterher herausgezogen oder bleibt ganz stecken. Der ganze Keimling zerfällt, der mechanischen Verletzung entsprechend, dann oft noch in Stücke. Wird eine derartig verletzte Saat trotz Minderung der Keimprocente zur Aussaat gebracht, so kann sich neben der notwendigen Erhöhung der Aussaatmenge noch als zweiter Nachteil einstellen, daß die Bruchkeimlinge sofort von Pilzen angefallen werden (*Botrytis*, *Gloeosporium*!) und so für ihre gesunden Nachbarn eine Infektionsquelle bilden. Beispiele dafür sind mir aus Laboratorium und bäuerlichen Flachsfeldern bekannt. Eine immer weitere Verbreitung der modernen Saatgewinnungsmaschinen ist also nicht nur für das Stroh, sondern auch für die Saat selbst nützlich.

6. Lagern. Das Lagern der Flachsfelder, hervorgerufen durch starke Regengüsse und Stürme, seltener durch Hagelfälle, ist ein sehr bedenkliches und mit Recht gefürchtetes Übel — vermag doch ein einziger starker Platzregen unter ungünstigen Umständen die ganze aufgewandte Mühe des Landwirtes zunichte machen, indem der Ertrag des Feldes sowie Qualität der Faser und Saat bis zur völligen Vernichtung geschädigt werden kann. Nach meiner Ansicht werden jedes Jahr in Deutschland die größten Verluste im Flachsbau, abgesehen von den Pilzkrankheiten zusammengefaßt, eben durch das Lagern verursacht! Wer einmal auf größeren Besichtigungsreisen ein Flachsfeld nach dem andern niedergewalzt mit krummen, verwirrten, braunroten und brüchigen Stengeln gesehen hat, wird mir zustimmen. In Jahren,

¹ Ich beobachtete unter anderem ein großes Flachsfeld, das einen stark verhagelten Eindruck machte und ziemlich geschädigt war; es stellte sich jedoch heraus, daß hieran der Versuch Schuld war, bei zu enger Drillweite mit der Maschine die Zwischenreihen zu lockern und zu säubern.

die von dem Blütebeginn bis zur Reife des Flachses an heftigen Gewitterregen besonders reich sind, übertrifft der Lagerschaden alle anderen Schäden ganz bedeutend. Um so mehr wäre es angebracht gewesen, daß man sich von seiten der Flachsinteressenten intensiv mit dieser Erscheinung befaßt hätte. Die Meinung, daß durch eine nähere Untersuchung hier nichts zu gewinnen sei, da man dem Wetter ja doch machtlos gegenüberstünde, scheint mir nicht stichhaltig und viel zu resigniert zu sein. Gewiß, wenn eine Wetterkatastrophe schlimmster Art mit Platzregen und Sturm hereinbricht, die auch die anderen Kulturfrüchte zum Lagern bringt, so gibt es dagegen keine Abhilfe; aber ein solcher Fall stellt doch auch nur die extremste Seite des Lagerns vor, und von ihm bis zu einem leichten „Lehnen“ des Flachses gibt es alle Übergänge, deren Studium erkennen läßt, daß sich unter dem Begriff des „Lagerns“ ein ganzer Komplex von Erscheinungen zusammenfinden kann. Einige dieser Erscheinungen wirken fördernd, andere hemmend auf das Lagern ein. Zunächst sei noch etwas über die Art des Schadens gesagt. Wir wollen unterscheiden zwischen direktem und indirektem Schaden: zu ersterem rechnen wir alle Schäden, die lediglich darauf beruhen, daß die Stengel ihre negativ geotropische Lage verlieren, sich hinlegen, zum zweiten rechnen wir sekundär eintretende Folgen.

Das bloße Hinlegen der Stengel stellt für die industrielle Faserwertung schon einen Schaden vor, der recht beträchtlich sein kann, besonders dann, wenn etwa Wind und Regen den Flachs nicht gleichmäßig nach einer Richtung, sondern kreuz und quer durcheinander umgelegt haben. Derartiger Flachs, der die „Haltung“ verloren hat, erschwert das Rauhen, die Sortierung und weitere Verarbeitung. Die Flachspflanze ist bekanntlich stark negativ geotropisch, d. h. sie strebt kräftig danach ihre ursprüngliche aufrechte Lage wieder einzunehmen. So entstehen krumme Stengel, die bald halbkreisförmig gebogen, bald **S**-förmig gewunden oder am Fußteil **L**-förmig gestaltet sind. Diese Abweichungen können durch Wachstum fixiert werden. Bei zunehmender Reife steigt durch die Ausbildung der Kapseln das zu hebende Gewicht, verringert sich andererseits die Reaktionsfähigkeit des Stengels, so daß von einem gewissen Zeitpunkt an lagernde Stengel sich überhaupt nicht mehr aufrichten. Dazu kommt, daß stehengebliebene oder nur leicht gelehnte Partien im Felde relativ schnell, dagegen die am Boden liegenden, feuchten und beschatteten Partien langsam reifen: Ungleichmäßigkeit der Strohfarbe, der Faser und des Kornes sind die unerwünschten Folgen. Sehr wahrscheinlich leidet die Faserqualität nicht nur durch die ungleiche Reife, sondern auch dadurch, daß bei den Wachstumsvorgängen des Wiederaufrichtens die Faserwandungen ungleich beansprucht werden. Wenigstens fand ich mehrmals bei Flächsen, die vom Knospenzustand an längere Zeit stark

lagerten, daß die Faserwände derjenigen Bündel, die auf der Konkavseite der Stengel lagen, auffallend dünn ausgebildete Wand-

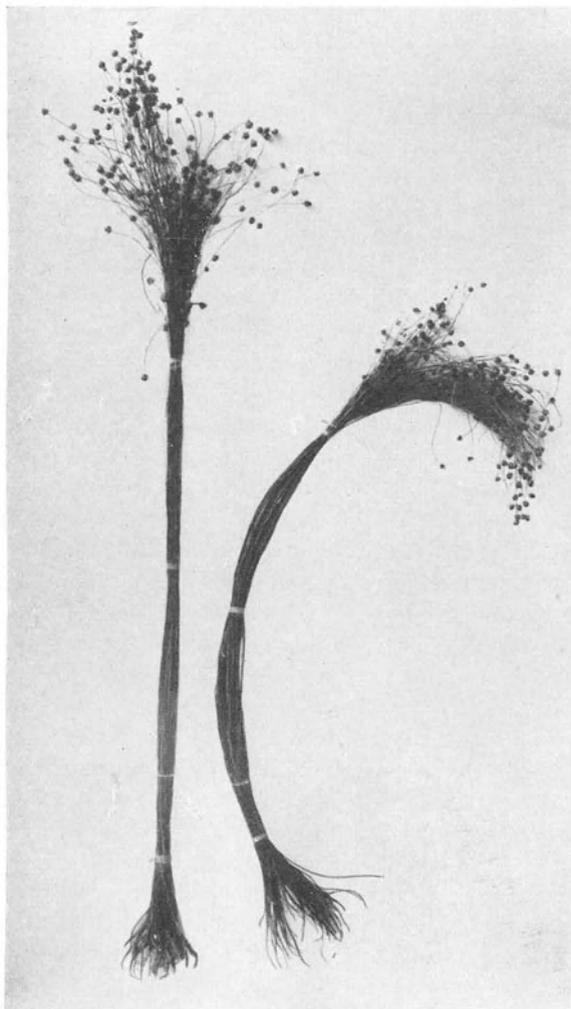


Abb. 32. Erntereifer Faserflachs: links normale Haltung, rechts durch Lagern geschädigt.

schichten hatten im Vergleich zu den Bastbündeln auf der Konvexseite. Dieser Kamptotropismus im Sinne Büchers¹ könnte zum

¹ Bücher: Anatomische Veränderungen bei gewaltsamer Krümmung und geotropischer Induktion. — *Jahrb. f. wiss. Bot.* 1906.

mindesten die Festigkeit der Faser ungünstig beeinflussen. Vielleicht spielt überhaupt der Geotrophismus dieselbe ungünstige Rolle: daß beim Lagern eines Flachsfeldes, welches im Knospen- oder Blütenstadium und also noch im Wachstum steht, eine größere Anzahl der Stengel horizontal lagert und von den Nachbarpflanzen an der Aufkrümmung verhindert wird, kann man ja oft beobachten. Die Folge wäre, daß auf der Unterseite der lagernden Stengel die Bastzellen geringe Wandverdickungen und relativ größere Zellweiten erhalten, d. h. sicherlich gegen alle mechanischen Beanspruchungen, wie sie im Verlaufe der Bearbeitung eintreten, und vielleicht auch schon in den Röste, sehr empfindlich sind. Vielleicht kann so ein Teil der Ausbeuteverluste bei der Fasergewinnung erklärt werden; zum anderen und größeren Teil beruhen diese auf den indirekten Schäden des Lagerens, wie sie vor allem durch Pilze bedingt sind. In vielen Fällen bleibt das lagernde Feld nicht gesund, sondern wird sekundär von Pilzen geschädigt; manchmal können die Pilze sogar die Ursache des Lagerens sein (s. weiter unten). Jedenfalls sind Pilzkeime im Boden, an Wurzeln, Stengeln und Blättern vorhanden, die bei günstigem Wetter schnell ihre zerstörende Tätigkeit aufnehmen. Ihr Wachstum kann bei der unter den lagernden Flachsschwaden herrschenden Feuchtigkeit und Wärme und fehlendem Luftzug in wenigen Tagen rapide erfolgen. Am häufigsten stellen sich Schwärzepilze ein, wie *Cladosporium*, *Alternaria*, *Pleospora* oder Schimmelpilze wie *Penicillium* und *Aspergillus*, doch auch *Botrytis*, und von den echten Parasiten *Fusarium* und *Gloeosporium*. Auf spät gesäten Flächen mit noch grüner weicher Blattsubstanz überzieht oft Erysiphe alles mit einem dicken weißlichen Überzug. Die erstgenannten Pilze verändern die normale grüne oder mehr gelbliche Strohfarbe: fleckige¹, mißfarbene, braunrote, olivbraune bis schwarze Stengel sind die Folge; sind die Pflanzen durch zunehmende Reife oder längeres Lagern geschwächt, so greifen die Pilze weiterhin auch die Rinde und Faser an, lockern und zerstören sie mehr oder minder; Flächse, die schließlich in abgestorbenem Zustand lagern, werden regelrecht „angeröstet“, wobei dann noch *Mucor*-arten eine Rolle spielen. Von derartig durch Pilze geschädigtem Lagerflachs ist die Faser der Ausbeute und Qualität nach stark im Werte vermindert, oft nur noch für Polsterung brauchbar. Für den Landwirt ist auch die Gewichtsverminderung ungünstig.

Fragt man nun nach den eigentlichen Ursachen des Lagerens, so kann man deren drei unterscheiden: 1. der untere Stengel, die Tragsäule, ist mechanisch zu schwach, um die bei starkem Regen und Wind auftretende Belastung zu tragen; 2. die Tragsäule ist mechanisch

¹ Ausgesprochene Rotfleckigkeit fand ich öfters von *Trichothecium roseum* verursacht, weiterhin auch von nicht näher bestimmten roten Myzelien.

an sich genügend fest, jedoch durch parasitische Pilze geschwächt; 3. die Tragsäule ist zwar genügend fest, jedoch ist die Belastung der Pflanze durch windende und kletternde Unkräuter zu groß.

Beispiele für den letzten Fall lassen sich häufig finden, in Betracht kommen insbesondere die bekannten Flachsunkräuter windender Knöterich, Flachsseide, kletterndes Labkraut, Ackerwinde, und Wicke. Wo sie auftreten, genügt oft schon ein leichterer Regen, um den Flachs umzulegen, während die unkrautfreien Stellen stehen bleiben. Der Schaden ist meistens aber nicht sehr groß, er bleibt auf einzelne Partien im Felde beschränkt, da die neuzeitliche Reinigung der Leinsaat die Unkräuter immer mehr ausmerzt. Doch habe ich z. B. 1926 noch bäuerliche Felder gesehen, die durch sehr starken Besatz mit Galium aparine völlig lagerten. Für diese Ursache des Lagerns ist die Abhilfe durch strengste Saatreinigung und Jäten gegeben.

Der zweite Fall, daß nämlich ein an sich lagerfester Flachs durch Pilzbefall zum Lagern kommt, ist viel bedeutungsvoller und häufiger, als in landwirtschaftlichen Kreisen angenommen wird. Hier sind es insbesondere *Fusarium* und *Gloeosporium*, die ja eine direkte „Fußkrankheit“ der Stengel bewirken können. Beide Pilze greifen gern den Wurzelhals an, also die Stelle in der Bodenlinie, die mechanisch am stärksten beansprucht wird: die Schwächung des Holzzyinders führt zum Umfallen oder sogar Durchbrechen der Halme. Einmal fand ich als Ursache für ein auffällig starkes Lagern bestimmter Feldstücke auch *Phoma*, der Pilz hatte den ganzen Fußteil der Stengel durchwuchert und geschwächt; gesund gebliebene Pflanzen in den gleichen Reihen blieben stehen! Fast immer wird diese Art des Lagerns nicht richtig erkannt, sondern fälschlich auf andere Ursachen, wie z. B. Düngung oder Bodeneinfluß geschoben. Abhilfe gegen diese Art des Lagerns bietet die Verwendung von nur gesunder Saat und sorgfältige Auswahl des Bodens.

Am weitaus häufigsten und schlimmsten sind jedoch die Lagererscheinungen der ersten Art, hervorgerufen dadurch, daß die anatomische Ausbildung der mechanischen Zellen am Stengelgrunde oder unterer Stengelhälfte nicht weitgehend genug ist, die aufrechte Haltung der Pflanze bei Regen und Wind zu gewährleisten. Diese Art des Lagerns kennzeichnet sich meistens auch dadurch, daß weite zusammenhängende Flächen, nicht selten das ganze Feld, umgelegt werden. Die ungenügende Ausbildung nun der mechanischen Zellen beruht nicht etwa auf einem angeborenen und notwendig immer vorhandenem Unvermögen der Pflanze — Schuld daran sind vielmehr in der Regel die unnatürlichen Wachstumsbedingungen, unter die der Flachs durch die ihm aufgezwungene Kultur kommt. Von Natur aus ist der Flachs, wie andere Gewächse auch, durchaus befähigt, seine

Organe in innerem Gleichgewicht so auszubilden, daß die Harmonie und damit eine ungestörte Lebensfähigkeit der Gesamtpflanze gesichert ist, ja, ein normal ausgebildeter reifender Flachsstengel ist geradezu ein Musterbeispiel für eine gut gelungene Konstruktion eines biegungsfesten Organs.

Lagerfestigkeit verschiedener Leinsorten.

Leinsorte-Nr.	cm-Gesamthöhe	cm bis zur ersten Verzweigung	mm-Dicke an Stengelbasis	mm-Dicke in Stengelmitte	g-Gewicht			Bemerkungen
					der Gesamtpflanze ¹	der Tragsäule ²	aller Nebentriebe, Kapseln, Knosp.	
I	93,58	77,50	2,53	1,97	3,23	2,08	1,15	Faserflachs; feldmäßiger Anbau, Aussaat 55 Pfd./Morgen; gelbgrün, leicht lehnend
II	56,06	32,26	3,81	2,32	7,83	2,06	5,77	Öllein; 10 cm Reihen, 5 cm Pflanzenabstand; noch grün, in Kapseln stehend; lagerfest
III	76,38	69,50	1,82	1,41	1,34	1,19	0,15	Faserflachs; feldmäßig 60 Pfd./Morgen; in Vollblüte stehend, vollständig gelagert
IV	70,97	67,90	1,51	1,40	0,87	0,83	0,04	Faserflachs; feldmäßig 60 Pfd./Morgen; in Knospenbildung; vollständig gelagert
V	97,35	77,77	2,24	1,52	1,10	0,71	0,39	Faserflachs; feldmäßig 70 Pfd./Morgen; gelbreif, lagerfest
VI	90,03	74,54	1,96	1,40	0,98	0,62	0,36	Faserflachs, ungedüngt; feldmäßig 60 Pfd./Morgen; grün-gelbreif, lagerfest

Die in der Tabelle enthaltenen Zahlen sind Durchschnittswerte aus je 30 Messungen bei Sorte V und VI, aus je 10 Messungen bei Sorte I bis IV. Die Pflanzen wurden am gleichen Tage frisch vom Felde weg untersucht, also ohne Trocknung, um die tatsächlichen Gewichtsleistungen zu zeigen. Die Sorten I bis IV wuchsen nebeneinander auf dem gleichen Boden, Nr. V und VI in der Nachbarschaft. Alle waren vielen Regengüssen (Juni = 224 mm, Juli = 80 mm), mehrmals sehr heftigen Platzregen ausgesetzt, die die meisten anderen Leinsorten zum Lagern brachten.

Diese kleine Zusammenstellung, die sich hätte beliebig verlängern lassen, zeigt, daß der Flachsstengel, ohne zu lagern, beträchtliche Leistungen in bezug auf Biegungsfestigkeit vollbringt. Bei reinen, langen Faserflächsen mit geringer tragender Querschnittfläche an der Basis und hoher Tragsäule wird die Gefahr der Lagerens kompensiert durch geringes Gewicht der oberen Teile (wenig Kapseln), bei den samenreichen Ölleinen wird dagegen Lagern vermieden durch Vergrößerung der Stengeldicke sowie Verringerung der Pflanzenhöhe und der Länge der Tragsäule. Anatomisch kommt hinzu, daß jede Vergrößerung des Holz-

¹ Vom Stengelgrund an, ohne Wurzel.

² Tragsäule = Halm vom Stengelgrund bis zur ersten Verzweigung.

körpers und der Bastbündel im allgemeinen lagerhemmend wirkt; sie braucht es aber dann nicht zu sein, wenn dies mit einer verringerten Wandstärke der mechanischen Zellen (Holz und Bastfaser) oder mit zurückgesetzter Verholzung verbunden ist. Ein einfaches Beispiel dafür bieten die lagernden Leinsorten III und IV der Tabelle: trotz schon beträchtlicher Pflanzenhöhe waren bei der mikroskopischen Prüfung die Bastfaser- und Holzkörperzellen relativ dünnwandig, da noch wachsend, ebenso war die Verholzung im Holzkörper noch sehr schwach. Die damit verglichene Sorte VI, die in der Stengelmittle dieselbe Querschnittsgröße (1,4 mm) und der Fläche nach denselben Holzkörper und Bastanteil aufwies, hatte dagegen dickwandige Bastfaserzellen und dickwandige, stark verholzte Holzzellen, sie lagerte trotz größerer Pflanzenhöhe nicht. Mechanisch am stärksten (Biegungs- und Zugfestigkeit) beansprucht wird der Wurzelhals, d. h. die am Erdboden befindliche Stelle des Flachshalmes, wo die Wurzel in die Keimblattachse (Hypokotyl) übergeht. Hier findet man die Bastfaserbündel fast fehlend oder nur schwach ausgebildet, sie bestehen aus wenigen, dafür aber sehr breiten, meist dünnwandigen, großlumigen, \pm verholzten Faserzellen mit starken lokalen Anschwellungen (vgl. Herzog [1904], Schilling [1922 (3)]), die mechanisch wenig wirksam sind; dafür ist der zentral gelegene Holzteil sehr kräftig ausgebildet, die Zellen dickwandig, englumig, stark verholzt. Hier wird also die Lagerfestigkeit allein durch den Holzkörper erzielt; in den oberen Regionen des Stengels dagegen, vom Hypokotyl an, wird auch der Ring der Bastbündel wirksam. Je zahlreicher und dickwandiger sie ausgebildet sind, desto besser ist es, ohne daß man allerdings die Ausbildung des Holzkörpers unterschätzen dürfte. Man sieht das am besten, wenn man einseitig nur auf Erhöhung des Fasergehaltes züchtet: solche in Sorau absichtlich kultivierten sehr faserreichen Leinstämme erwiesen sich trotz geringer Belastung durch Kapseln als stark lagernd: die anatomische Untersuchung ergab einen zu schwach ausgebildeten Holzkörper, der auch bei Dünnsaat zum Lager führte¹. Das Lagern kann also zum Teil auf eine Sorteneigentümlichkeit, auf eine erblich fixierte ungenügende Ausbildung des Holzkörpers zurückgeführt werden. Hier liegt es demnach in der Hand der Züchtung, geeignete Typen herauszufinden, die möglichst lagerfest sind, ohne daß sie sich im übrigen von den Wünschen der Landwirtschaft (hoher Samenertrag) und der Industrie (hoher Fasergehalt) allzusehr entfernen. Ohne Kompromisse wird es dabei kaum abgehen. Weiteres vgl. im Kapitel „Züchtung“, Seite 39.

Die zum Lagern führende ungenügende anatomische Zellausbildung kann weiterhin durch Fehler in der Anbaumethode verursacht

¹ Vgl. hierzu die Krankheit „Droop“, S. 138.

werden. Solche Kulturmaßnahmen, die also auch eine an sich sonst nicht lagernde Flachssorte zum Lagern bringen können, sind insbesondere zu dichte Aussaat, zu starke Düngung und falsche Art der Stickstoffgaben. Man muß sich stets vor Augen halten, daß die von uns geübte feldmäßige Kultur den Standraum der einzelnen Pflanze übermäßig einschränkt, d. h. die Konkurrenz der Pflanzen um die Bodennährstoffe, Wasserversorgung und Licht führt zu einer Schwächung der Pflanze in anatomischer Hinsicht. Schnelles Emporwachsen, dünn und fein bleibende Stengel, schlechte Ausbildung der mechanischen Zellen sowie Verringerung der Verzweigungen sind die Folgen: nur der letzte Punkt wirkt lagerhemmend, alle anderen lagerfördernd! Diese nachteilige Wirkung der zu großen Aussaatstärke setzt, und das ist das sehr bedenkliche, sofort schon nach dem Auflauf ein: infolge der starken gegenseitigen Beschattung wird die Keimblattachse der jungen Pflänzchen zu übermäßiger Längsstreckung veranlaßt, so daß sie später lagerfördernd wirkt. Die folgenden Zahlen, die den Durchschnitt von je 50 Messungen geben aus einem mit einer Zuchtsorte angestelltem Versuch, illustrieren das deutlich (Reihenentfernung 10 cm, Tausendkorngewicht 4,8 g, Reinheit und Keimenergie 100 %).

Aussaatstärke		Keimblattachse		Bemerkungen
Pfd./Morgen	Pflanzenzahl pro qm	Länge mm	Dicke mm	
12	500	20,2	4,9	} nicht lagernd
24	1000	21,3	4,1	
36	1500	23,5	3,4	
48	2000	26,1	2,9	
60	2500	26,1	2,6	} leicht lagernd
72	3000	32,5	1,5	
84	3500	36,2	0,9	} stark lagernd

Da die Keimblattachse am Stengel weitaus am stärksten mechanisch beansprucht wird, muß, je länger und dünner sie wird, desto größer die Lagergefahr werden¹. Man wird also schon deswegen die Aussaatstärke in entsprechenden Grenzen halten müssen. Der Wunsch jedoch, einen feinstengligen Flachs mit feiner Faser zu erzielen, verleitet oft zu lagerfördernder Dichtsaat! Es sollte überhaupt weniger die absolute Stärke der Aussaat (Kilogramm pro Hektar) als vielmehr unter Berücksichtigung von Tausendkorngewicht, Reinheit, Triebkraft und Gesundheit die Pflanzdichte (Pflanzenzahl pro

¹ Über Versuche, die Lagergefahr dadurch zu verringern, daß man den Flachs in Rillen sät und dann durch Zuziehen derselben während der Vegetation dem Flachs einen festen Stand gibt, vgl. Kleberger (1920), S. 119.

Quadratmeter) in Betracht gezogen werden. Dagegen wird, wie die Praxis zeigt, leider noch oft genug verstoßen. Wenn der Landwirt etwa gewohnt ist, Jahr für Jahr schematisch 65 Pfund pro Morgen auszusäen, so wird das, falls er einmal statt einer schweren Saat mit einem geringeren Gebrauchswert eine leichte Saat mit hohem Gebrauchswert erhält, zu übermäßiger Pflanzendichte und damit zum Lagern führen. Allgemein gültige Rezepte lassen sich natürlich nicht geben, aber eine vernünftige Herabsetzung der Aussaatstärke ist vom Standpunkt der Lagergefahr durchaus zu begrüßen!

Lagerfördernd wirkt ferner eine allzstarke Gesamtgabe an Dünger: die Pflanzen werden zu üppigem, schnellem Wachstum angeregt, sie bilden viel Blattmasse, die gegenseitige Beschattung wird zu groß, so daß bei gesteigertem Längenwachstum Bast und Holz zu schwach sind. Derartig „krautige“ Pflanzen bieten auch dem Wind und Regen viel Angriffsfläche, und wenn sie einmal liegen, richten sie sich schwer wieder auf. Dem kann man durch richtiges Bemessen der Düngermenge unter Berücksichtigung der Bodenqualität und Pflanzdichte abhelfen.

Daß unter den verschiedenen Düngerarten bestimmte Stickstoffgaben lagerfördernd wirken, ist schon länger bekannt. Manche alten Flachsbauer gehen in ihrer Vorsicht sogar soweit, daß sie überhaupt nicht mit Stickstoff düngen, sondern sich begnügen mit dem Nährstoffvorrat, der von der Vorfrucht her im Boden liegt: so wird zwar der Ertrag geringer, aber der Flachs lagert nicht. Insbesondere gelten Stallmist und Chilesalpeter als lagerfördernd. Unter ihrer Einwirkung werden die Bastfaserzellen im Querschnitt größer (ungedüngt = 20μ , Chilesalpeter = 24μ Durchmesser nach den Versuchen von Groß (1925), ihre Wände dünner: Hecker [1897 (1)]. Nach Groß war das Verhältnis Wand: Zellhohlraum wie folgt verändert: ungedüngt = $7,2 : 1$, K-P-Düngung = $8,0 : 1$, Chilesalpeter = $2,9 : 1$, schwefelsaures Ammoniak = $5,8$ bis $6,2 : 1$, Kalkstickstoff = $5,0$ bis $6,0 : 1$. Das bedeutet für die Stickstoffdüngung, insbesondere für Chilesalpeter, eine sehr bedeutende Verschlechterung der Bastfasern in mechanischer Hinsicht; das zeigen auch die Festigkeitszahlen: die Reißlängen der Faser in Kilometer betragen für ungedüngt = $73,8$, K-P-Düngung = $75,4$, Chilesalpeter = $34,4$ bis $36,9$, schwefelsaures Ammoniak = 64 , Kalkstickstoff = $48,3$ bis $57,8$. Auch Kleberger (1920, S. 120) stellte eine wesentliche Verschlechterung der Faser als Folge von Stickstoffdüngung fest. Im Juni 1926, der ja durch seine zahlreichen Regengüsse für das Studium des Lagerns sehr geeignet war, konnte ich feststellen, daß fast sämtliche gedüngten, vor allem die mit Stickstoff gedüngten Flachsfelder lagerten, während ungedüngte Felder standen. Nach all den alten Erfahrungen und neueren Versuchsergebnissen wird man

jedenfalls, sofern man die Ertragssicherheit einem eventuellen Mehrertrag vorzieht, gut tun, wenn man mit der Stickstoffdüngung sehr vorsichtig umgeht¹. — Frühe Aussaat (März, April) ergibt „härtere Stengel“ und verringert die Lagergefahr.

Wir können unsere Erörterungen zum Schluß kurz zusammenfassen:

das Lagern des Flachses

<p>wird begünstigt durch:</p> <p>rankende und kletternde Unkräuter, parasitische Pilze, zu dichte Saat, zu starke Düngung, falsche Stickstoffgaben,</p> <p>ungeeignete Sortenwahl; späte Aussaat</p>	<p>wird verringert durch:</p> <p>reine Aussaat, gute Feldpflege, gesunde Saat, gesunden Boden, verminderte Aussaatstärke, schwächere Düngung, richtige Wahl des Stickstoffdüngers, evtl. Unterlassen der Stickstoffdüngung, geeignete Sortenwahl, frühe Aussaat</p>
--	---

7. Boden. Von Flachsschäden, die direkt durch chemische oder physikalische Beschaffenheit des Erdbodens bewirkt werden, hört man nur selten. Daß übermäßige Feuchtigkeit oder Trockenheit des Bodens schaden können, haben wir bereits oben gehört. Bekannt ist, daß schwere, undurchlässige Ton- und Moorböden kümmerliches Wachstum veranlassen, daß ebenso sehr trockene Sandböden zu kurzen, dünnstengligen, faser- und kornarmen Pflanzen und Mißernten führen. Eine unbekannte Krankheit, die vielleicht auf Bodeneinflüssen beruht, beschreibt N. van Peoteren (1920) aus Holland. Weißblühender holländischer Flachs legte sich in der zweiten Juniwoche, wurde gelblich, die Stengel bleichten und wurden außerordentlich zerbrechlich, die Blüte war schwach, und Ende Juni siechten die Pflanzen dahin. Phoma und Bakterien fehlten, die Gefäßbündel waren abnorm groß, mit vielen körnigen gelbbraunen Massen gefüllt, vermutlich infolge abnormer Umsetzung von Nährstoffen. — In Irland trat eine „Yellowing“ genannte Krankheit stellenweise häufig auf. Die jungen Flachspflänzchen wurden gelb und kümmerlich, parasitische Organismen konnten in keinem Fall nachgewiesen werden, so daß vermutlich ungünstige Bodeneinflüsse die Ursache waren.

Im allgemeinen stellt sich nach meinen Erfahrungen heraus, daß Schäden, die vom Landwirt ohne weiteres auf den Boden geschoben werden, meistens doch parasitischer Natur sind (Fusarium, Gloeosporium, Phoma, Botrytis, Thielavia usw.). So sind auch ältere Angaben nur mit Vorsicht zu bewerten! Renouard (1879) be-

¹ Vgl. hierzu ferner Weck: Faserforsch. 1925, S. 249 und 1924, S. 1 und 13.

schreibt z. B. zwei Krankheiten, die auf ungünstigen Boden- und Düngerverhältnissen beruhen sollen: „Feu“ oder „charbon“, wobei die Pflanzen oben schwarz, unten gelb werden, und „cabotage“, wobei die Blüten verfrüht angelegt werden und abfallen — allein nach äußeren Symptomen auf Bodenkrankheiten zu schließen, hieße die von Jahr zu Jahr in steigendem Maße nachgewiesene Bedeutung der Pilzparasiten verkennen. Richtig ist, daß natürlich auch durch ein Zuviel an Kali- und Phosphordüngung der Flachs geschädigt werden kann (Gelbwerden, später Bräunung, Wachstum gestört), aber das wird in der Praxis kaum vorkommen. Daß zu hoher Stickstoffgehalt des Bodens zum Lagern mit seinen üblen Nebenerscheinungen führt, ist bekannt (vgl. „Lagern“). Wichtig ist die Tatsache, daß der Flachs kalkempfindlich ist. Die praktische Erfahrung, wie auch die Versuche von Hecker [1897 (1)], Fischer (1919), Liechti und Trunninger (1920), zeigen einwandfrei, daß Kalk auf den Flachs im Jugendstadium einen sehr schädlichen Einfluß bezüglich Wachstum und Weiterentwicklung ausübt. Frische Kalkung, besonders in Form von Ätzkalk, ist unbedingt zu vermeiden! Interessant ist, daß es gelingt, durch erhöhte Kaligaben die schädliche Wirkung des Kalkes ganz oder zum Teil auszugleichen. Kalk in Form von Gips gegeben scheint sogar zum Teil wachstumsfördernd zu wirken. Auch Kleberger (1920, S. 122) fand, daß größere Mengen leichtlöslicher Kalksalze (CaCl_2 , $\text{Ca}(\text{OH})_2$, CaO) sehr ungünstig (Kalziumnitrat weniger ungünstig) auf den Ertrag wirkten; schwerer lösliche Salze, wie CaCO_3 , $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$, $\text{Ca}_2\text{H}_2(\text{PO}_4)_2$, $\text{CaH}_4(\text{PO}_4)_2$ wirkten nicht so ungünstig, verringerten aber immerhin den Ertrag doch noch ansehnlich. Die Düngung mit CaSO_4 war hier (Topf- und Beetversuche) gleichfalls ungünstig. Weitere Versuche in der Kalkfrage¹ unter besonderer Berücksichtigung der Bodenazidität scheinen mir aber notwendig zu sein, da die Anschauung, daß der Flachs auf allen Böden ohne Kalk auskommt, sicherlich nicht zu Recht besteht. Nachdem Selle (1926) fand, daß die Flacherträge um so mehr zurückgingen, je saurer der Boden an sich wurde, und daß alkalische Böden die besten Qualitäten lieferten, gewinnt die Frage jedenfalls an Interesse, um so mehr, als vielleicht weiterhin Bodenmüdigkeit und Azidität in Zusammenhang stehen können: saure Böden begünstigen das Wachstum der Pilze, und die Bodenmüdigkeit des Flachs wird nach meiner Ansicht zum mindesten in den meisten Fällen durch die Anhäufung flachsfeindlicher Pilze verursacht. Im folgenden seien einige kurze Ausführungen über die Frage der Bodenmüdigkeit gegeben.

¹ Nach Mevius (Zeitschr. f. Botanik, Bd. 16, S. 641. 1924) können einfache Neutralisationseffekte die Ursache der Kalkfeindlichkeit (Pinus, Sphagnum) nicht sein; hoher *p*-Wert kalkreicher Böden erschwert das Wachstum.

8. Bodenmüdigkeit. Wird Flachs wiederholt auf ein und demselben Feldstück angebaut, so tritt sehr oft eine schädliche Erscheinung auf, die man als „Bodenmüdigkeit“ bezeichnet hat: die Ernteerträge gehen von Jahr zu Jahr zurück, die Pflanzen zeigen ein stockendes, kümmerliches Wachstum, sie bleiben in der Länge stark zurück, die Faserqualität leidet stark, und schließlich können infolge Absterben des Flachs vollständig Mißernten eintreten. Es sind deshalb seit alter Zeit bekanntlich längere Anbaupausen üblich, im allgemeinen soll Flachs erst wieder frühestens mit dem siebenten Jahre gebaut werden. Eine restlose Aufklärung der Erscheinung ist für die Flachskultur von größter wirtschaftlicher Bedeutung. Wenn wir von einer solchen heute auch noch entfernt sind, so sind doch in der letzten Zeit eine ganze Reihe von Beobachtungen gemacht und Gedankengänge entwickelt worden, die zu weiteren experimentellen Prüfungen auffordern und eine Lösung erhoffen lassen.

Zunächst sei zweierlei festgestellt: erstens, daß es auch Böden gibt, die nicht „flachsmüde“ sind, sondern einen fortgesetzten Flachs-anbau vertragen (z. B. im Tiroler Ötztal, vgl. u. a. Herzog [1920 (3)], S. 112 und Püschel [1924], S. 4, wonach angeblich sogar 15 Jahre hintereinander gebaut werden kann, ferner Kuhnert [1920], S. 22, wonach Püschel in Helvetihof selbst nach acht Jahren fortgesetzten Flachsbaues keine wesentlichen Ertragsminderungen feststellen konnte), und zweitens, daß es auch für andere Kulturpflanzen eine Bodenmüdigkeit gibt (Erbsen, vgl. Hiltner [1903] und Kaserer [1913], Rüben, durch Nematoden verursacht, Kiefern und viele Gewächse in botanischen Gärten, vgl. Sorauer [1903], Bd. I, S. 228). Eine notwendig stets eintretende und nur auf Flachs beschränkte Bodenmüdigkeit gibt es also nicht! — Die ältere Anschauung, daß der Flachs den Boden „erschöpfe“, daß also Nährstoffmangel im Boden die Müdigkeit bedinge, ist unhaltbar und jederzeit leicht widerlegbar: weder Mineraldüngung noch Stalldüngung vermögen die Bodenmüdigkeit aufzuheben. Kletschetow (1925) definiert folgendermaßen: „Unter dem Namen Bodenmüdigkeit kann man diese Erscheinungen nur dann verstehen, wenn bei fortgesetztem Anbau auf denselben Parzellen, bei voller Düngung, ohne Vernichtung physischer Bodeneigenschaften, und bei Kulturverfahren der landwirtschaftlichen Technik die Ernten sichtbar sinken, während andere Pflanzen dort normal gedeihen.“ Unter diesen Begriff der „biologischen Müdigkeit“ fällt also nicht diejenige Müdigkeit, die nur durch chemisch-physikalische Faktoren, wie Vernichtung der Bodenstruktur, Änderung der Bodenreaktion, Fehlen von Nährstoffen usw., bedingt ist. Kletschetow ist einer derjenigen, die die Ursache der Bodenmüdigkeit in der allmählichen Anhäufung von schädlichen Pilzen im Boden

erblicken; er konnte auf flachsmüden Parzellen (neunjähriger Flachs-anbau der Landwirtschaftlichen Akademie in Moskau) folgende Pilze nachweisen: *Asterocystis*, *Thielavia*, *Colletotrichum*, *Fusarium*, *Macrosporium*, *Alternaria*, *Cladosporium*, *Phoma*, *Pythium*, sowie einige weitere noch nicht bestimmte Arten. Auf benachbarten Feldern fand sich *Polyspora* und *Sclerotinia*. Aus

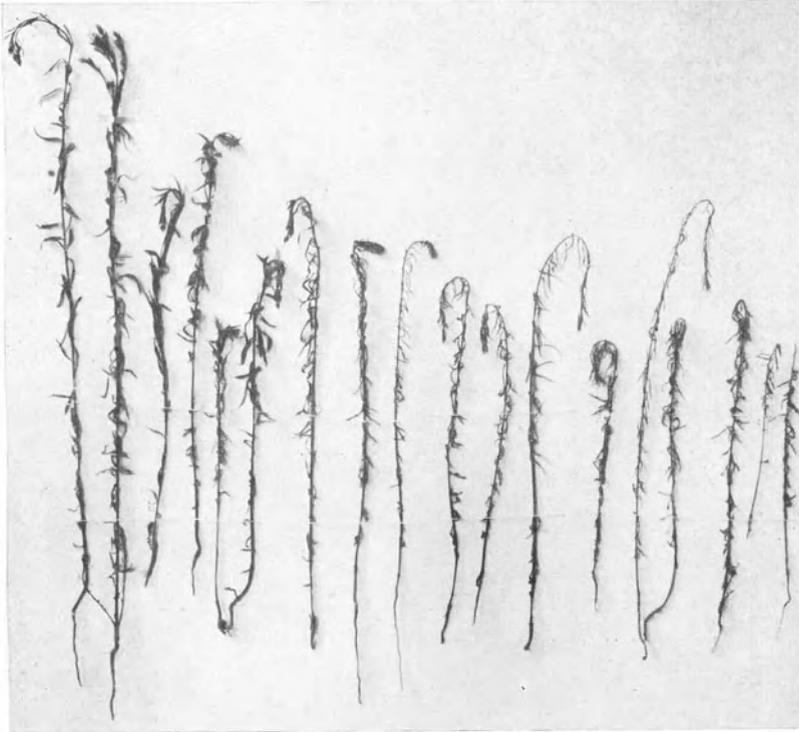


Abb. 33. Wirkung der Bodenmüdigkeit auf Flachs. Sorauer Versuchsland, sieben Jahre Flachs hintereinander gebaut.

diesem Heer von Parasiten genügen nun in der Tat schon einer oder wenige, um bekanntlich die Flachsernte gewaltig zu schädigen. Bolley (1901) führt die in Nordamerika so verheerende und gefürchtete Flachsmüdigkeit sogar fast ausschließlich allein auf *Fusarium* zurück. Ich fand in unseren flachsmüden Böden (siebenjähriger fortgesetzter Flachs-bau des Sorauer Forschungsinstitutes auf gedüngten und ungedüngten Parzellen) (Abb. 33) eine reichliche Anhäufung von *Colletotrichum*, *Fusarium*, *Cladosporium*, *Alternaria*. Und speziell in Flandern zeigt ja *Asterocystis*, wie sehr ein einziger Pilz den Boden verseuchen

kann. Die Anschauung von der Anhäufung schädlicher Mikroorganismen hat also viel für sich und dürfte in vielen Fällen ausreichend sein. Wäre sie richtig, so müßte es durch zweckentsprechende Desinfizierung des Bodens gelingen, die Parasiten zu töten und aus flachsmüden Böden eine normale Ernte herauszuholen. Hier müßten unbedingt experimentelle Versuche einsetzen¹. Meine eigenen Versuche 1925 zeigten zwar auf müden Parzellen, die mit Uspulun, Germisan usw. behandelt waren, Mehrertrag gegenüber unbehandelten müden Parzellen, doch wurden die Resultate leider durch Hagel und Dürre in Frage gestellt. Von hier aus betrachtet leuchtet auch ein, wie wichtig es ist, daß man nur wirklich gesunde Leinsaat auf den Acker sät, da man ja anderenfalls die pathogenen Organismen und damit die Müdigkeit in den Boden bringt. Also nicht bloß Keimzahlprüfung, sondern auch Gesundheitsprüfung der Leinsaat! Die praktisch bewiesene Möglichkeit eines fortgesetzten Flachsbaues müßte zur Voraussetzung haben, daß auf einen ursprünglich gesunden Boden immer nur wieder gesunde Leinsaat gebracht wird oder daß die mit kranker Saat in den Boden gebrachten schädlichen Mikroorganismen im Boden keine zusagenden Wachstumsbedingungen finden² (Bodenreaktion?). Ob die Verhältnisse in allen Fällen wirklich so einfach liegen, ist noch zweifelhaft, da eine ganz andere Erklärung von Wissenschaftlern und Praktikern ebenfalls vielfach herangezogen wird: die Vergiftung des Bodens durch Ausscheidungen der Flachspflanze selbst. So wurde z. B. die amerikanische Flachsmüdigkeit von Lugger³ ausdrücklich nicht auf Krankheitserreger, sondern auf Bodenvergiftung durch Flachsstroh und Flachsscheben zurückgeführt — seine Versuche sind durch Bolleys Arbeit (1901) allerdings widerlegt. Andere nehmen an, daß von den Wurzeln giftige Stoffwechselprodukte gebildet werden, deren Anhäufung zur Bodenmüdigkeit führen soll, und es wird z. B. darauf hingewiesen, daß der fortgesetzte Flachsbaue im Ötztal nur dadurch ermöglicht würde, daß infolge der dort geübten häufigen künstlichen Bewässerung⁴ der Flachsäcker die „Toxine“ weggespült würden und sich nicht ansammeln könnten. Diese Ansicht vertritt z. B. Püschel (1924) und besonders A. Herzog [1920 (3)], der ausdrücklich

¹ Nach Frost (1909, S. 52) soll es nur durch völliges Ausglühen des Bodens gelingen, die Sporen von *Asterocystis* zu töten. Vgl. Marchal 1900.

² Eine Beizung der Leinsaat kann in müden Böden nur die „Keimmüdigkeit“ aufheben, d. h. den ersten Befall und Herabsetzung der Keimungszahl durch pathogene Mikroorganismen. Gegen die später folgende „Wachstumsmüdigkeit“ der sich entwickelnden Pflanzen ist Beizung nach meinen Versuchen nicht wirksam, da Wurzeln und Stengel doch infiziert werden.

³ Minnesota Exp. Stat., Bull. Nr. 13, S. 21—25. 1890.

⁴ Nach meinen im Ötztal 1925 eingezogenen Erkundigungen wird dort im allgemeinen der Flachsacker nach sieben regenfreien Tagen bewässert.

die amerikanische *Fusarium*-Müdigkeit für etwas ganz anderes erklärt als die in Europa beobachtete Erscheinung. Wertvolle experimentelle Versuche liegen vor von Kaserer (1913), der auf die Ähnlichkeit zwischen Erbsen- und Flachsmüdigkeit aufmerksam macht; in müden Böden wird die Keimmüdigkeit durch Bakterien verursacht, die Wachstumsmüdigkeit wahrscheinlich durch Toxine, welche der Lein entweder selbst direkt ausscheidet oder für deren Bildung er den Mikroorganismen wenigstens das Material liefert. Auch Graebner (1921, Bd. I, S. 228) tritt für die „Ausscheidungen“ ein, und Sorauer (1908, 3. Aufl., Bd. I, S. 270) vermutete, daß durch spezifische Wurzelauausscheidungen Bakterien angelockt und stark gefördert würden, die einzelne Nährstoffe vor allen den Stickstoff, in eine ungünstige Form überführen sollten — die chemische Bodenprüfung kann so genügend Nährstoffvorrat nachweisen, während die Pflanzen doch hungern¹ (sie sollen zunächst nur „müde“, nicht krank sein). Ein neues Moment bringt Ruschmann [1924 (3)] hinein, der es für möglich hält, daß schädliche Stoffe aus der bakteriellen Zersetzung des Leinsamenschleims herkommen; im übrigen ist er jedoch der Anschauung, daß die Anwesenheit feindlicher Pilze und Bakterien (Pektinverzehrer!) im Boden genügt, um Keim- und Wachstumsmüdigkeit zu erklären. — Da im allgemeinen Pilze in sauren Böden besser gedeihen als in alkalisch reagierenden, so ist die Vermutung nicht unwahrscheinlich, daß Flachsmüdigkeit und Bodenazidität gleichsinnig steigen. An eingehenden Untersuchungen hierüber fehlt es jedoch noch; Selle (1926) fand, daß der Ertrag um so mehr zurückging, je saurer der Boden an sich wurde; alkalische Böden lieferten die besten Qualitäten. — Ob nicht vielleicht das Wasser der Ötztaler Ache schwach alkalisch wirkt und deshalb bei der häufigen Bewässerung das Aufkommen der flachsfeindlichen Pilze unterdrückt und somit überhaupt den ständigen Flachsbau dort ermöglicht? Auf weitere Fragen kann hier nicht eingegangen werden² — unsere kurze Übersicht rechtfertigt das eingangs Gesagte: eine vollständige Erklärung für die Bodenmüdigkeit des Flachses können wir noch nicht geben, doch steht zu hoffen, daß durch experimentelle Prüfung die Wissenschaft die interessante und wichtige Frage lösen wird.

¹ Vgl. auch Hiltner: Bodenpflege u. Pflanzenbau. — Arb. d. dtsh. Landwirtschafts.-Ges. H. 98, S. 74.

² Vgl. hierzu z. B. Hiltner: Die Keimungsverhältnisse der Leguminosensamen, und ihre Beeinflussung durch Organismenwirkung. Arb. a. d. biol. Abt. f. Land- u. Forstwirtschaft. a. Kaiserl. Gesundheits.-Amt Bd. 3, S. 1. 1903. Ferner Kaserer (1913), Ruschmann [1924 (3)], Fischer: Über die Kalkempfindlichkeit des Leins. Dtsch. Landwirtschaftl. Presse Bd. 46, Nr. 58. 1919.

b) Innere und unbekannte Ursachen.

1. Mißbildungen. Verbänderung (Fasziation) tritt beim Flachs nicht gerade häufig auf, doch finden sich bei Durchsicht der Ernte regelmäßig einige verbänderte Exemplar vor und auch Einsendungen und Anfragen zeigen, daß die Erscheinung die Aufmerksamkeit der Flachsangebauer auf sich lenkt. Sie besteht darin, daß der Stengel anstatt stielrund zu sein, bandartig verbreitert und abgeflacht ist, nach der Spitze zu in der Regel am stärksten. So war z. B. ein Stengel unten 1,8 mm, oben im verbänderten Teil dagegen 7,3 mm breit. Meist sind damit verbunden weitere Anomalien, wie unregelmäßiger Blattansatz (öfters schopffartig gehäuft), abnorme Verzweigung und Zwangsdrehung (Torsion) des Stengels. Auch innerlich ist der Stengelbau abnorm verändert. Irgendeine praktische Bedeutung kommt der Verbänderung nicht zu.

Kapselverwachsung wird gleichfalls nur selten beobachtet und noch seltener findet man zufällig die vorangehenden doppelköpfigen Blüten. Meist wachsen zwei Kapseln zusammen, selten fand ich vier bis fünf Kapseln verwachsen. Meist sind die tragenden Stiele auch schwach verbändert; die gleiche Pflanze trägt normale und verwachsene Kapseln gleichzeitig. Nach meinen Beobachtungen neigen bestimmte Linien besonders stark zu solchen Anomalien.

Erhöhte Keimblattzahl ist nicht selten; oft finden sich drei, weniger häufig vier ausgebildete Keimblätter. Die Insertion der nachfolgenden Laubblätter ist dann ebenfalls verändert, während sie dann, wenn nur durch Spaltung eines Keimblattes die Dreizahl verursacht wird (unechte Trikotylie), normal bleibt. Nach meinen Beobachtungen scheint abnorme Keimblattbildung öfters mit verminderter Lebensfähigkeit verbunden zu sein.

Panachierung ist äußerst selten. Ich fand bisher nur vier Pflanzen. Selten fand ich ferner Sechsstrahligkeit der Blüte und Frucht. Kelchblattzahl und Blütenblattzahl sechs, Kapsel mit zwölf Riefen, mit sechs Septen schwach aufspringend, sechs Samenfächer. Samenansatz sehr schlecht, bislang im Höchstfall nur einmal zwölf Korn pro Kapsel.

Diese kurze Übersicht zeigt, daß auf inneren Ursachen beruhende Mißbildungen beim Flachs nicht häufig sind und keinerlei praktische Bedeutung haben.

2. „Droop“. Über eine sehr eigentümliche, auf inneren unbekannteten Ursachen beruhende Krankheit wird aus Irland berichtet. (1922, S. 112.) Die Erscheinung macht sich zuerst dadurch bemerkbar, daß die oberen Partien der Hauptstengel ihr normales Grün verlieren und gelblich werden. Bald fängt dann der Haupttrieb an zu welken und niederzuhängen („Droop“), und schließlich stirbt er zur Zeit der Blüte unter Braunwerden völlig ab. Etwa schon entwickelte Seitentriebe bleiben in der Regel davon verschont, im Gegenteil können weiter unten am Stengel befindliche ruhende Achselknospen zum Austreiben veranlasst werden. Mit einem bloßen Abwelken und Vertrocknen infolge ungenügender Wasserversorgung darf demnach diese Erscheinung nicht verwechselt werden.

Bei der Suche nach der Ursache stellte sich heraus, daß irgendwelche Mikroorganismen nicht in Frage kommen; im Stengel wurden solche nicht gefunden, und auch das Wurzelsystem war normal. Vermehrte Wasserzufuhr in den ziemlich trockenen Boden blieb ohne Einwirkung auf die Krankheit. Dagegen konnte durch eingehende mikroskopische Untersuchungen nachgewiesen werden, daß das allmähliche Niederhängen durch eine Degeneration der Bastfasern zustande kommt. Während zunächst noch auf der Konkavseite solcher sich biegender Stengel die Zellmembranen normal erscheinen, fangen die Zellulosewände der Bastfasern auf der gegenüberliegenden Stengelseite an anzuschwellen und sich dann aufzulösen. Allmählich greift diese Degeneration auf den ganzen Bastbündelring über und im Endstadium findet man dann nur noch kollabierte und z. T. ge-

bräunte Mittellamellen übrig, an denen man allein die frühere Lage der Bastbündel erkennen kann. Die Stengel kippen also um, weil sie mit dem Schwinden der Bastfasern ihren mechanischen Halt verlieren. Der untere Stengelteil, der einen stärker entwickelten Holzkörper und normale Bastfasern besitzt, bleibt stehen. Eine nähere Erklärung für diese merkwürdige Degeneration können die Untersucher nicht geben — sie betonen, daß etwa mit der Formulierung „Störung des enzymatischen Gleichgewichtes“ nichts gewonnen ist. Sie machen aber darauf aufmerksam, daß sich diese Krankheit bisher nur bei reinen Linien von Züchtungen auf Stengellänge fand und daß deshalb der Wert solcher Züchtungen gänzlich fraglich werden kann. Hoffentlich bringen die weiteren angekündigten Untersuchungen, die sich auch auf die Nachkommen solcher degenerierenden Pflanzen erstrecken sollen, eine genauere Aufklärung. Ich selbst habe diese Erscheinung an den zahlreichen Sorauer Züchtungen bisher nicht beobachten können; die zum Lagern neigenden, auf Stengellänge gezüchteten Linien wiesen keine regionale Degeneration, sondern im allgemeinen verringerte Ausbildung der mechanischen Zellen in Holz und Rinde auf. Dagegen fand ich als Folge des Lagerns (Geotrophismus! Kamptrophismus!) ähnliche Bilder (vgl. „Lagern“, S. 125).

3. Weißfleckigkeit der Leinsaat. Als Kennzeichen für eine normale gesunde Leinsaat gilt u. a. eine gleichmäßig bräunliche Färbung und glänzende Oberfläche des Kornes. Abweichungen davon legen den Verdacht auf Krankheiten nahe. So ist z. B. durchaus nicht selten eine Bildung von hellen, gelblichen oder weißen Flecken, die z. T. recht auffallend wirken und bei stärkerem Auftreten die Frage nach ihrer Entstehung und Schädlichkeit erwecken.

Ein Verlust der normalen bräunlichen Färbung kann auf dreierlei Ursachen beruhen:

1. Die „Pigmentschicht“ in der Samenschale, die als innerste Schicht der Testa über dem Endosperm liegt, bildet keinen Farbstoff aus und kollabiert teilweise, so daß das Endosperm durchschimmert und das Korn gelblich erscheint. Der Verlust der Farbstoffbildung beruht auf inneren, unbekanntem Ursachen, die Erscheinung ist erblich. So finden sich unter großen Mengen von Saatproben fast immer auch einige Körner, die überhaupt kein Braun, sondern reines Hellgelb als Farbe aufweisen. Im Sorauer Institut sind einige solcher gelbkörnigen Rassen in Züchtung genommen. Im allgemeinen scheint dieser Farbstoffverlust häufiger bei Öl- als bei Faserleinen aufzutreten und gleichzeitig scheinen diese Rassen öfters weniger lebenskräftig zu sein. In gleicher Weise kann übrigens statt des braunen ein grünlicher Farbstoff gebildet werden, dann entstehen grünkörnige erbliche Rassen.¹

2. Die Pigmentschicht bildet keinen Farbstoff als Folge mangelhafter Reife. In einem ungünstigen Erntejahr kann man dann solche \pm gelblich-weiß gefärbten Körner oft in großen Mengen finden. Da sie infolge der mangelhaften Reife flach geblieben, z. T. auch stark verkümmert sind, so setzen sie Tausendkorngewicht, Ölgehalt und Keimkraft herab und bedeuten eine Schädigung der Saat. Diese Erscheinung ist natürlich nicht erblich. Die flachen Körner lassen sich bei der Saatreinigung entfernen.

3. Die Pigmentschicht ist normal braun ausgebildet, jedoch hypertrophiert die direkt unter der Epidermis gelegene Parenchymschicht unter gleichzeitiger Bildung von Stärke. Auf diese Weise wird die Pigmentschicht überdeckt und es entstehen ziemlich scharf umrissene, reinweiße, glanzlose Flecken (vgl. Abb. 34). Die Untersuchung von zehn betroffenen Saaten [vgl. Schilling 1922 (2)] ergab eine geringe Verminderung des Tausendkorngewichtes und keine Herabsetzung

¹ Über die Erbfaktoren für Kornfarbe vgl. Tammes (1927).

der Keimenergie. Die genauere Ursache für das Entstehen dieser „Stärkeflecken“ ist nicht bekannt, sie dürfte aber wohl gleichfalls in Störungen bei der Reife (Druckverschiebungen in der reifenden Kapsel bei feuchtem Wetter?) zu suchen sein. Eine gewisse Abhängigkeit von der Witterung scheint zu bestehen, indem die Er-

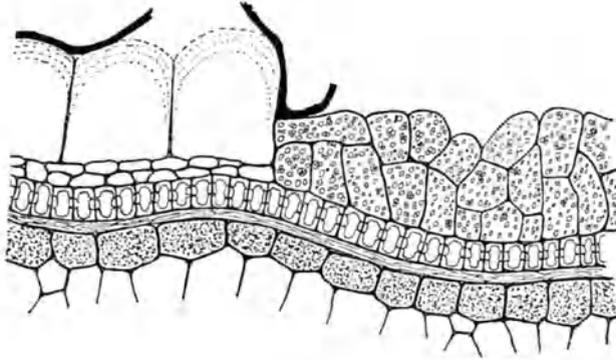


Abb. 34. Querschnitt durch einen Teil der Samenschale eines weißfleckigen Leinkornes. In der rechten Hälfte die hypertrophierten und mit Stärke angefüllten Parenchymzellen.

scheinung in manchen Jahren auffällig stark hervortritt. Nach L. C. Doyer¹ wurden gefunden:

Leinsorte	nicht gefleckt %	gefleckt		Zahl der Muster	
		weniger als zu 1% gefleckt %	mehr als zu 1% gefleckt %		
weißblühender } Holländer	60	40	0	80	} Ernte 1919
blaublühender } Holländer	0	34	66	15	
russischer Lein	0	40	60	5	
weißblühender } Holländer	46	54	0	24	} Ernte 1920
blaublühender } Holländer	0	67	33	9	

Auch Doyer schreibt die Erscheinung einer ungenügenden Ausreifung zu und macht auf den weißblühenden Holländer Lein aufmerksam, dessen Samen besser ausreifen und viel weniger gefleckt sind als die der anderen Sorten.

Auch eine Kombination der unter 2. und 3. geschilderten Erscheinungen kann auftreten, die Güte der Saat leidet dann erheblich.

4. Stengelflecken. In manchen Jahren wurde sehr häufig, in anderen wieder sehr selten eine Schädigung beobachtet, die an Faser- und Ölleinen auftrat, deren Ursache jedoch noch unbekannt ist. Auf den Stengeln, besonders in der unteren Hälfte, treten von der Blüte- bis Erntezeit bräunliche ovale bis zu $\frac{1}{2}$ cm lange Flecken auf. Bei mikroskopischer Untersuchung zeigt sich, daß Epidermis und Rindenparenchym zusammengefallen und unter Braunfärbung desorganisiert sind. Auch die Bastfasern erscheinen mehr oder weniger angegriffen und, besonders in den Mittellamellen, bräunlich verfärbt. Die Zellwände sämtlicher Gewebe geben Holz- bzw. Wundgummireaktion, die Bastfasern z. T. auch noch ober- und unterhalb der Flecken auf weite Strecken hin. Trotz eingehender

¹ Briefliche Mitteilung an mich.

Untersuchung konnten Mikroorganismen bisher nicht festgestellt werden. Auch äußerlicher Tierfraß¹ wird, da die Epidermis vorhanden ist, nicht in Betracht kommen; möglicherweise handelt es sich hier um die Nachwirkungen saugender Insekten. Bei stärkerem Auftreten dieser Stengelflecken war die Qualität der Faser wesentlich verschlechtert.

Bei starkstengeligem, weitgestelltem Flachs fand ich mehrfach gleichfalls Stengelflecken, die jedoch auf eine andere Ursache zurückgingen: sie kamen, wovon ich mich durch Augenschein überzeugte, dadurch zustande, daß die in Kapseln stehenden Stengel infolge des Windes gegeneinander rieben. Die Folge war das Entstehen von braunen Flecken, an denen nacheinander Epidermis, Parenchym und Bastfaser bis zum Holzzylinder abgeseuert wurde. Die Bastfasern hingen z. T. an den Stellen heraus. Bei stärkerem Auftreten würde das natürlich eine empfindliche Verschlechterung der Faserqualität bedeuten, doch scheint es nicht häufig zu sein.

2. Parasitäre Krankheiten.

a) Pflanzliche Schädlinge.

1. *Bacillus cerealium* Gentner. Bei genauerer Untersuchung von Leinsaatproben, die zur Keimung ausgelegt sind, findet sich nicht selten ein Bazillus, der das Substrat rötlich verfärbt und die Keimung schädigt. Nach Gentner (1920 und 1923) handelt es sich dabei um den von ihm beschriebenen und als Getreideschädling nachgewiesenen *Bacillus cerealium*. Dieser Organismus besteht aus frei beweglichen Kurzstäbchen von 1,3—5 μ Länge und 0,6—0,8 μ Dicke. Er bildet rundliche, ziemlich stark lichtbrechende Sporen, ist aerob, verflüssigt Gelatine nicht und erzeugt im Nährmedium einen roten Farbstoff, während er selbst ungefärbt bleibt. Er ist nicht imstande echte Zellulose (Samenschale, Filtrierpapier, Kartoffeln, Möhren) aufzulösen, vermag dagegen Mittellamellen, Stärkekörner und Zellwände, die aus Reservezellulose oder Amyloid bestehen, zu zerstören. Die infolge des Angriffs entstehenden Zersetzungsprodukte bestehen hauptsächlich aus Dextrinen, und auch der vom Bazillus erzeugte rote Farbstoff besitzt dextrinartigen Charakter. In Kulturlösungen erwiesen sich als gute Nährstoffe Dextrose, Lävulose, Mannit und Rohrzucker; als Stickstoffquelle können Ammonchlorid, Ammonphosphat und Pepton, dagegen keine Nitrate verwendet werden. Der rote Farbstoff ist in Wasser sehr leicht löslich.

Besonders interessant ist nun, daß der Bazillus für gleichzeitig anwesende Mikroorganismen als Wegbereiter dient: mechanisch erleichtert er durch Zerstörung der Mittellamellen das Eindringen, chemisch durch Bildung von Dextrinen, die einen vorzüglichen Nährboden darstellen, die Ernährung von Pilzen. Gentner macht darauf aufmerksam, daß bei Befall der Saat durch *B. cerealium* in kurzer Zeit eine überaus starke Entwicklung von *Penicillium*, *Fusarium*, Schwärzepilzen sowie begleitenden anderen Bakterienarten eintreten kann².

Eine genauere Untersuchung über das Vorkommen und sonstige Verhalten des *B. cerealium* fehlt für Flachs noch, scheint aber wichtig zu sein, da sich in Hinblick auf die eben genannten metabiotischen Verhältnisse vielleicht manche unklaren Punkte in der Keimungsphysiologie des Leinsamens, in der Anfälligkeit von Keimlingen gegenüber bestimmten Pilzen und in dem Mißerfolg mancher Saatbeizen aufklären ließen. Es wäre ferner zu prüfen, ob nicht, wie bei der Gerste, auch beim Flachs das Auftreten von braunen Flecken an Stengelbasis

¹ Die vom Erdfloh (s. d.) verursachten Stengelflecken sind etwas ganz anderes.

² Hierdurch wird die Erkennung des *Bacillus cerealium* oft erschwert.

und Blättern, vorzeitiges Gelbwerden und Absterben, schlechte Entwicklung der Saat auf die Wirkung des Bazillus zurückzuführen ist. Nach Gentner tritt bei Gerste die Krankheit besonders in trockenen Jahren auf, wird durch das Saatgut übertragen und kann bei feuchter Lagerung von erkrankten Körnern auf gesunde übergehen.

2. Asterocystis (Olpidiaster) radice de Wildemann. Dieser Oomycet¹ (Reihe Chytridieneae, Familie Olpidiaceae) ist der Erreger des „Flachsbrandes“², „Vlasbrand“, „brûlure du lin“, einer in Westeuropa verbreiteten und vornehmlich in Flandern gefürchteten Krankheit, die große Aufmerksamkeit verdient. Der Pilz kann nicht nur den Flachsfeldern direkt schweren Schaden zufügen, sondern nötigt auch die Landwirte dazu, in der Fruchtfolge mit dem Wiederaufbau des Flachsese ganz besonders vorsichtig zu sein und auf eine schnellere Wiederkehr zu verzichten. Nach Frost (1909, S. 51) gelten 7 Jahre im allgemeinen als kürzeste Zeitspanne, um der Krankheit vorzubeugen; in manchen Gegenden sind längere, sogar bis 15 und 20 Jahre dauernde Umläufe üblich, da sich ein schnellerer Aufbau als gefährlich erwies. Verbürgte Nachrichten über größere Schäden in Deutschland sind mir nicht bekanntgeworden, auch ich selbst konnte den Pilz an meinem Material 1920—1925 nicht feststellen. A. Herzog [1919 (2)] erwähnt ihn nicht. Neuerdings meldet Miège³ ihn aus den marokkanischen Lein-gebieten und Kletschetow (1925) fand ihn in Rußland in flachsmüden Böden. Es ist jedenfalls mit einer weiten Verbreitung zu rechnen, da zudem nicht nur Flachs, sondern auch viele andere Gewächse Wirtspflanzen sind: de Wildemann (Mem. soc. belge de mic. Bd. 17, S. 21. 1893) fand ihn auf Kreuzifern, Gramineen, Plantago, Veronika, Limosella, Marchal (1900) konnte Klee, Erbsen, Senf, Spinat, Rettich, Kerbel damit infizieren. Der Pilz ist von den Flachsbauern wahrscheinlich vielfach übersehen worden, da er sich nur in den Wurzeln findet und nur mikroskopisch nachzuweisen ist.

Das Krankheitsbild⁴ ist ziemlich charakteristisch. Im Mai, seltener Anfang Juni, also noch in der frühen feuchten Jahreszeit, finden sich im Flachsfield kleine Stellen, wo die jungen Pflanzen an Keimblättern und unteren Stengelblättern gelb werden und ein schlaffes Aussehen bekommen. Diese Krankheitsstellen vergrößern sich schnell, werden zu ausgedehnten, oft kreisförmigen Flächen und können schließlich miteinander verschmelzen, bis das ganze Feld krank ist. Die Ausbreitung der Krankheit und ihr Verlauf an den Pflanzen ist dabei weitgehend von den jeweiligen Witterung abhängig: feuchtes Wetter begünstigt die Ausbreitung (mit Hilfe der beweglichen Zoosporen), fördert andererseits gleichzeitig auch das Wachstum der Flachspflanzen, so daß sie nicht so rasch absterben oder sogar den Angriff überwinden können, es kommt dann auch leicht zur Bildung neuer Wurzeln. Marchal macht aber darauf aufmerksam, daß einmal befallene Pflanzen gegenüber den normalen kürzer bleiben und eine minderwertige Faser liefern. Trockenes Wetter hemmt zwar die Ausbreitung, setzt jedoch gleich-

¹ Nach Pascher (Beih. Bot. Zentralbl. Bd. 35, H. 2, S. 578) ist der Gattungsname *Asterocystis* umzuändern in *Olpidiaster*, weil ersterer schon an eine Alge früher vergeben ist.

² Mit den durch die echten Brandpilze (Ustilagineen) verursachten Krankheiten hat der „Flachsbrand“ also nichts zu tun. Bolley (1901) vermutete Zusammenhang mit *Fusarium lini*.

³ Zit. S. 154, Anm. 2.

⁴ Ähnliche Erscheinungen können nach neueren Untersuchungen aber auch die Pilze *Pythium megalacanthum* und *Thielavia basicola* hervorrufen (s. d.); möglicherweise ist der „Flachsbrand“ öfters gar keine einfache, sondern aus dem Zusammenwirken mehrerer Pilze resultierende Krankheit.

zeitig die Widerstandsfähigkeit der jungen Pflanzen herab, so daß der Verlauf der Krankheit schwerer ist: der Flachs welkt rasch von den Spitzen her, wird gelb und schwarz¹, als wenn er verbrannt wäre („brandpflüggen“) und stirbt ab. Ganz besonders schlimm ist die Wirkung, wenn auf ein recht feuchtes April- und Maiwetter starke Trockenheit folgt: dann sind die Zoosporen überall verbreitet und ganze Felder werden vernichtet. Im Laufe eines Tages, ja manchmal in wenigen Stunden werden alle Pflanzen gelb und welken ab. Im allgemeinen tritt der Brand mehr auf kalten, schlecht durchlüfteten und abgewässerten Böden auf²; in Holland zeigt er sich merkwürdigerweise auch in den „Polders“, die doch ein dem Meere eben abgerungenes völliges Neuland vorstellen (Westerdijk 1918).

Der Brand ist eine reine Wurzelkrankung, und zwar wird der Flachs vom 12. bis 25. Tag nach der Keimung infiziert, später wegen Erstarkung des Wurzelgewebes nicht mehr. Nur in den feinen kleinen Wurzelhärchen lassen sich die zweierlei Sporen des Pilzes, der kein Myzel ausbildet, mikroskopisch nachweisen: die der Verbreitung dienenden Zoosporen, und die der Überwinterung dienenden Dauersporen.

Die Zoosporen (Marchal 1900, S. 518) sind zuerst noch kugelförmig, ausgewachsen dann oval bis ellipsoidisch, mit feinkörnigem Plasma angefüllt, 2—4 μ groß und an einem Ende mit einer feinen Geißel versehen, die ihre Beweglichkeit ermöglicht. Sie entstehen in riesigen Mengen in Zoosporangien; diese Behälter liegen zu 1—3 Stück in der Wurzelzelle, sind oval bis ellipsoidisch geformt, 20—50 μ lang, 13—20 μ breit, dünnwandig. Sie entlassen durch eine einfache seitliche Öffnung³ die Zoosporen (vgl. Abb. 35). Die Dauersporen finden sich einzeln oder in Gruppen von 2—12 Stück in der Wirtszelle. Sie sind bedeutend größer und unbeweglich; Kugelformen haben 12—20 μ Durchmesser, elliptisch-ovale Formen sind 20—32 μ lang und 10—20 μ breit. Ihre kräftige Wandung ist charakteristisch sternförmig verdickt (Abb. 35).

Die Bekämpfung des Pilzes ist ziemlich aussichtslos, da die im Boden vorhandenen Dauersporen immer wieder für Neuinfektion sorgen und außer Flachs

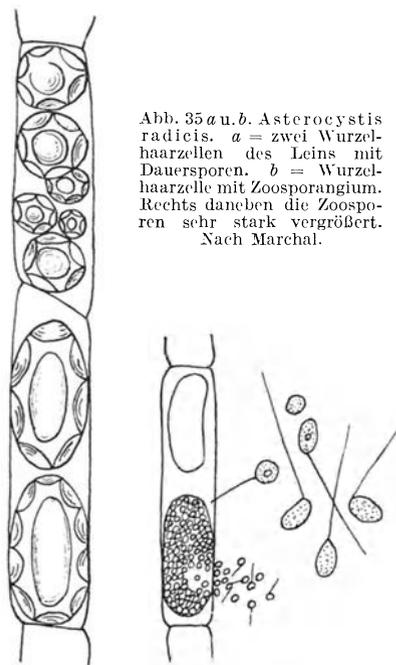


Abb. 35 a u. b. *Asterocystis radicans*. a = zwei Wurzelhaarzellen des Leins mit Dauersporen. b = Wurzelhaarzelle mit Zoosporangium. Rechts daneben die Zoosporen sehr stark vergrößert. Nach Marchal.

Abb. 35 a.

Abb. 35 b.

¹ Nach Westerdijk (1918); ich kann keine Angaben finden, wie die Schwärzung histologisch zu erklären wäre. Ob hier nicht sekundär Schwärzepilze (vgl. *Cladosporium*, *Alternaria*, *Macrosporium* usw.) als Schwächeparasiten eine Rolle spielen? Daß Flachsstengel lediglich infolge Austrocknung schwarz werden, ist unbekannt.

² Tammes, T. (1920, S. 76, 78) schreibt der Bodenbeschaffenheit großen Einfluß zu.

³ Ohne Entleerungshals; dadurch unterscheidet sich *Asterocystis* von dem gleichfalls in Cruziferenwurzeln vorkommenden *Olpidium brassicae*.

ja auch andere, vorhin schon genannte Pflanzen als Wirte dienen. Bodendesinfektion (Marchal wandte u. a. Kupfersulfat an) kann erfolgreich sein, dürfte aber schon allein an den Kosten scheitern. Die Dauersporen halten übrigens eine Erhitzung von 70° C für 5 Minuten, solche von 80° noch für 2 Minuten in Wasser aus. So scheint nichts anderes als die resignierte Maßnahme der Praxis übrig zu bleiben: mit dem Anbau von Flachs und anderen Wirtspflanzen auf dem Felde (und möglichst auch auf dem Nachbarfeldern) für 7—10 Jahre auszusetzen. Hat man einmal die Krankheit im Flachsbestand, so kann man wenigstens ihre Ausbreitung hemmen, indem man sofort beim ersten Erscheinen alle verdächtigen Pflanzen sorgfältig mit Wurzeln ausrauft und verbrennt, je früher desto besser, damit keine Sporen gebildet werden können. Weißblühender Flachs gilt als weniger anfällig denn der blaublühende, doch scheinen wirklich brandfeste Sorten nicht vorhanden zu sein¹.

3. *Pythium de Baryanum* Hesse. Dieser weitverbreitete Pilz (Gruppe Oomycetes, Reihe Peronosporineae, Familie Pythiaceae) ist bekanntlich die Ursache für das Umfallen der jungen Keimpflanzen (damping off) vieler Gewächse; er kann sich mit rapider Schnelligkeit epidemisch ausbreiten und unter günstigen Bedingungen (Wärme, Feuchtigkeit, ungenügende Durchlüftung) ganze Aussaaten zur Fäulnis bringen. Das gilt auch gegenüber dem Flachs: in Züchtungsbetrieben kann er durch Vernichtung von Topf- und Kastenaussaaten wertvoller Eliten besonders unangenehm werden, aber auch im freien Felde ist er weit verbreitet, ja als eine der Ursachen mit für die biologische Bodenmüdigkeit des Leins anzusehen (Kletschetow 1925).

Die farblosen einzelligen, stark verästelten Myzefäden dringen durch die Epidermis des jungen Keimlings ein und verbreiten sich besonders reich im Parenchym des Hypokotyls und bilden dann die zahlreichen Vermehrungsorgane, Konidien, Zoosporangien, Oogonien, mit deren Hilfe die schnelle Ausbreitung des Schädlings stattfindet.

Bei der Bekämpfung habe ich mit Uspulun- und Germisan-Trockenbeize an Leinsaat in Anzuchtkästen und Vermehrungsbeeten sehr gute Erfolge gehabt. Im übrigen wird man dem Pilz am besten gegenüber treten, wenn man die für ihn obengenannten günstigen Bedingungen zu vermeiden sucht.

Eine andere Art, *P. megalanthum* de Bary, ist nach C. J. Buisman² die Ursache für eine Wurzelfäulnis des Flachses; das Krankheitsbild gleicht dem durch *Asterocystis* verursachten Flachsbrand (s. d.). Oogonien rundlich, 30—70 μ , feinstachlig.

4. *Thielavia basicola* Zopf. Dieser zu der Familie der Aspergillaceae gehörende Askomyzet, der als Schädling an den Wurzeln vieler Pflanzen (Lupinen, Tabak, Erbsen, Senecio, Viola usw., vgl. Johnson, J.: Host plants of *Th. basicola* in Journ. Agricult. Research Bd. 7, S. 289. 1916) auftreten kann, beansprucht unser Interesse deshalb, weil er neuerdings auch als Flachsparasit nachgewiesen wurde (Pethybridge 1922, S. 110, Peters³) und einer der für die biologische Bodenmüdigkeit des Leins verantwortlichen Mikroorganismen ist (Kletschetow 1927). Bei der weiten Verbreitung, die dem Pilz zukommt, ist anzunehmen, daß er auch an Flachs häufiger auftritt, bisher aber übersehen oder das von ihm verursachte Krankheitsbild mit anderen verwechselt wurde (z. B. vielleicht auch mit dem „Flachsbrand“).

¹ Vgl. hierzu u. a. Tammes (1920, S. 76).

² Root rot caused by Phycmycetes. — Mededeel. Phytopath. Labor. Willie Commelin Scholten, Baam, Bd. 11, S. 29—43. 1927.

³ Peters: Zur Biologie von *Th. basicola* Zopf. 1. Mitt. Ber. Biol. Reichsanstalt 1920, S. 63—74.

Die von diesem Pilz befallenen Flachsfelder zeigen ein stockendes, kümmerliches Wachstum; die Pflanzen sind öfters von blaßgrüner Farbe, bleiben erheblich in der Länge zurück und können schließlich ganz absterben. Der Schaden rührt lediglich von den kranken Wurzeln her („Wurzelfäule“, „Root-Rot“); sie sind meistens nur stellenweise befallen, in schwereren Fällen werden sie in ihrem ganzen Verlaufe vom Myzel angegriffen, werden schwarz und sterben ab. Der Pilz entwickelt außer den braunen Ascosporen, die in kugligen, braunen bis glänzend schwarzen Perithezien (80—130 μ groß) entstehen, noch zwei andere Sporenformen: Dauerkonidien, die in kurzen Ketten (5—7 Zellen) angeordnet sind und dann in die eckigen, dickwandigen, braunschwarzen Sporen zerfallen¹, sowie längliche hyaline endogene Konidien, die zu 2—5 Stück in farblosen, lampenylinderförmigen Myzelabschnitten gebildet werden (Pseudosporangien, 170 μ lang, 10 μ dick). Vgl. Abb. 36. Infektionsversuche der irischen Forscher, angestellt mit Material aus Reinkulturen, bewiesen einwandfrei, daß wirklich nur dieser Pilz die Ursache der Schädigung war. Da auf den befallenen Feldern in Irland als Unkraut *Senecio vulgaris* und *Chenopodium album* vorkamen und beide Gewächse als Wirtspflanzen für *Thielavia* anzusehen sind, so dürfte eine gründliche Ausrottung des Unkrautes mit Wurzeln zweckdienlich sein. Jedenfalls mahnt diese Beobachtung zur Vorsicht und läßt, abgesehen von anderen Nachteilen, eine saubere Vorbereitung des Flachsfeldes wegen der Infektionsgefahr als wünschenswert erscheinen.

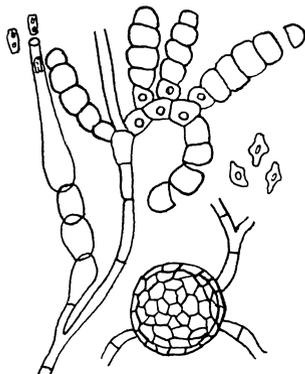


Abb. 36. *Thielavia basicola*.
Nach Winter.

5. Aspergillus und Penicillium, Schimmelpilze. Obwohl wir in diesen beiden weitverbreiteten Schimmelpilzen keine eigentlichen Parasiten vor uns haben, verdienen sie doch eine Erwähnung, weil sie sich auf Leinsaat sehr unliebsam bemerkbar machen können. Es dürfte sich fast stets um die beiden häufigsten Vertreter *Aspergillus glaucus* Link und *Penicillium crustaceum* (L.) Fries handeln. Ihre grünlichen Rasen finden sich recht häufig auf Leinsaat, die bei feuchtem Wetter gecrntet oder zu feucht und unsachgemäß gelagert wurde. Solche „muffig“ gewordene Saat kann durch sie unter Umständen ganz unbrauchbar werden. Auch bei Keimprüfungen normaler Saatproben treten beide Pilze häufig auf, indem sie sich auf den toten Samen oder auch außen auf der Samenschale keimender Körner ansiedeln, dabei öfters wohl begünstigt durch die Tätigkeit des *Bacillus cerealium* (s. d.). Mehrere Male fand ich auch muffiges Flachsstroh ganz von ihnen durchsetzt. Eine sachgemäße, trockene und luftige Lagerung von Saat und Stroh wird genügen, um den Schimmel nicht aufkommen zu lassen. Diese sowie andere Schimmelpilze können auch Leinkuchen verderben.

6. Erysiphe, Mehltau. Eine bisher nicht näher untersuchte Erysipheart — n Betracht käme *E. polygona* D. C. als Sammelart² — macht sich nicht selten

¹ Die Dauerkonidien sind nach Zopf identisch mit *Helminthosporium fragile* Sorokin.

² Bereits Duby (Flora Gallica, Paris 1828, S. 869) gibt *E. communis* an. Hierzu gehört auch *E. communis* u. *Linoidearum* Rabenhorst (Krypt. Flora Bd. 2, S. 234). Vgl. ferner *Oidium Erysiphoides* Fr., das nach Oudemans

im Spätsommer und Herbst auf Flachs bemerkbar: sie überzieht die Blätter mit einem feinen weißen Überzug („Mehltau“), so daß stark befallene Felder ein auffälliges Aussehen bekommen. Besonders nach längeren Perioden feuchten Wetters kann die Erscheinung sehr intensiv auftreten und gibt dann zu Befürchtungen Anlaß. Es scheint jedoch, als ob eine ernsthafte Schädigung durch den Pilz nur an spät ausgesäten Flächsen vorkommt. Nach meinen Beobachtungen beginnt das Auftreten ziemlich regelmäßig in der zweiten Julihälfte, seltener früher, so daß die Fläche einer Schädigung bald durch Reife und Raufen entgehen. Noch grüne, wachsende Flächse können allerdings empfindlich leiden: bei starkem Befall wird die Blatttätigkeit erheblich herabgesetzt, die Blätter, besonders die jüngsten, sowie Knospen und Blüten zeigen Wachstumsstörungen, werden verkrümmt und können schließlich ganz verkümmern. Ich habe Stellen im Flachsfield gesehen, wo auf diese Weise der Korntrag bis auf ein Minimum vernichtet wurde. Warmes feuchtes Wetter und stille Luft begünstigen das Auftreten, wovon man sich leicht in Gewächshausversuchen überzeugen kann. Die beste Abwehr liegt offenbar in vorbeugender Frühaussaat — eine direkte Bekämpfung auf den Feldern würde zu teuer werden. Über *Oidium Erysiphoides* s. Anmerkung auf vorstehender Seite und unten.

7. *Mycosphaerella linicola*. Dieser in der bisherigen Literatur nicht angegebene Pilz wurde von W. A. Naoumoff¹ auf Flachs in der Umgegend von Leningrad gefunden. Er gehört zu den Askomyzeten, Reihe der Pyrenomyceten, und bildet an den Stengeln isolierte, eingesenkte Perithezien, die etwa 200 μ Durchmesser haben. Größeren Schaden scheint er nicht zu stiften.

8. *Pleospora*. *Pleospora herbarum* (Pers.) Rabenh. — und wahrscheinlich auch *Pl. vulgaris* Niessl — ist einer von den Schwärzepilzen, die häufig auf Flachsstroh zu finden sind und deshalb Erwähnung verdient. Der Pilz ist sicherlich nur Saprophyt, kann aber unangenehm werden, indem er bei hinreichender Feuchtigkeit die Stengel von angeröstetem Flachs mit seinen dunklen Hyphen durchzieht; auch auf reifendem Flachs, der durch Regengüsse zum Lagern gekommen und mehr oder weniger abgestorben ist, kann er, besonders üppig bei nachfolgender warmer Witterung, sich stark ausbreiten und lenkt so die Aufmerksamkeit der Flachsbauer auf sich.

Der Pilz gehört zu den Ascomyceten, Reihe Pyrenomyceten, Unterreihe Perisporiineae, Familie Pleosporaceae. Seine Fruchtkörper sind zuerst noch vom Stengelgewebe bedeckt, treten dann später als zahlreiche kleine dunkle Punkte hervor. Die Größe dieser Perithezien beträgt etwa 180—220 μ im Durchmesser, die Länge der Schläuche etwa 100—140 μ , die Dicke 18—20 μ (in Wasser quellen sie bis zu 300 μ Länge auf). Die acht Sporen sind gelblichbraun, mauerförmig septiert, mit sieben Querwänden, meist eiförmig, 24—40 μ : 12—18 μ . — Als Konidienform gehört hierhin *Macrosporium commune* Rabenh. (s. d.). — Hingewiesen sei auch noch auf: *Pleospora socialis* Niessl et Kze fa Lini Feltg., die auf Stengeln von *Linum spec.* vorkommt (Pilzflora von Luxemburg, Nachtrag III, S. 181. 1903. — Saccardo: *Sylogae fung.*, Bd. 17, S. 755); ferner *Pleospora liniperda* Thuem. auf *Linum perenne* L.; *Pleospora oblongata* Niessl auf *L. gallicum* L.

9. *Sclerotinia Libertiana* Fuck. Ob *Sclerotinia* in größerem Umfang als Flachsschädling auftritt, ist zweifelhaft. Immerhin werden ihre Sklerotien auf Flachsstengeln gefunden, und Infektionsversuche mit aus Reinkulturen

(Enumeratio Bd. 3, S. 1017) auf Flachsblättern in Holland vorkommt, zarte weiß-rötliche Räschen bildend, Konidien in Ketten, länglich eiförmig, 30—40 μ : 15—20 μ .

¹ Neuheiten der Pilzflora von Leningrad 1926 (Russisch).

gewonnenen Sporen zeigen, daß der Pilz junge Leinpflanzen zu töten vermag (De Bary: Bot. Ztg. 1886, Nr. 22—27; Pethybridge 1921, S. 183). Ich fand die Krankheit mehrfach auf schlesischen und sächsischen Faserleinen, die kurz nach der Blüte abstarben; Wurzel und Stengel waren vom Myzel stark befallen, Sklerotien traten in Reinkulturen auf. In Irland wurde auch festgestellt, daß eine Übertragung der Krankheit von Lein auf Kartoffeln möglich ist (1922, S. 115). Vielleicht kommt der Pilz auch als einer derjenigen Mikroorganismen in Betracht, die die biologische Bodenmüdigkeit des Leins hervorrufen; jedenfalls kann letzteres von der mit ihm mutmaßlich zusammenhängenden Konidienform *Botrytis cinerea* angenommen werden.

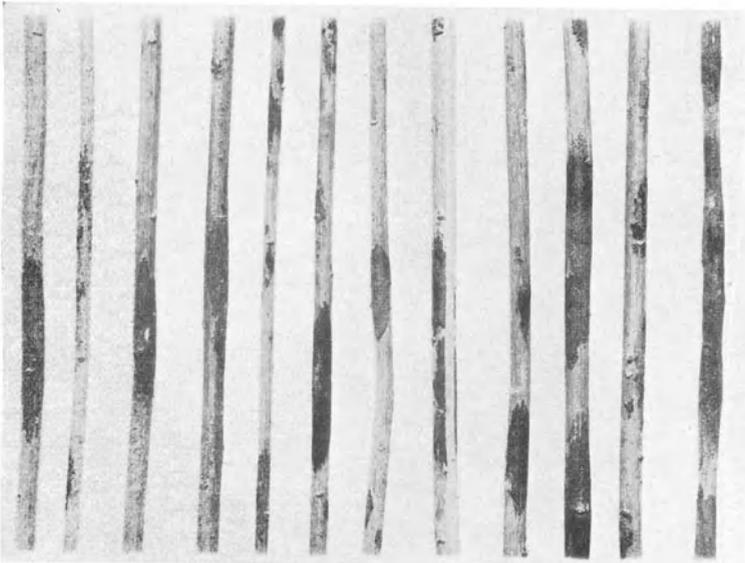


Abb. 37. Flachsstengel mit den schwarzen Teliosporenlagern von *Melampsora lini*.

Das Myzel des zu den Askomyzeten, Familie Helotiaceae, gehörenden Pilzes bildet weiße Flocken oder filzartige Überzüge. Die daran im Innern oder außen am Stengel entstehenden Sklerotien haben die Gestalt von flachen, bis zu einigen Millimeter dicken Scheiben, Polstern oder länglichen Körnern; Durchmesser bis zu 1 cm, Farbe schließlich schwarz. Aus dem Sklerotium wachsen die Fruchtkörper zu 1—20 Stück hervor; ihr runder, glatter, hohler Stiel kann 6—30—50 mm lang werden, das Apothezium ist bräunlich, anfangs mehr trichterförmig, später ausgebreitet, 4—8 mm breit. Die in den langgezogenen Schläuchen enthaltenen acht Sporen sind farblos, etwa 9—12 μ lang und 4—5 μ dick. Über weitere Einzelheiten vgl. man de Barys ausführliche Schilderung sowie die weitere umfangreiche Literatur.

10. *Melampsora lini* (Pers.) Desm., Flachsrost, Rust, Rouille du lin. Der zu den Uredineae (Rostpilze) gehörende Pilz ist allgemein bekannt als der Erreger von schwarzen Flecken¹, die auf dem Flachsstroh auftreten und als so-

¹ Schwärzungen anderer Art können am Flachsstengel verursacht werden durch Schwärzepilze (*Cladosporium*, *Alternaria* usw.) oder Sclerotinia.

genannte „Teer- oder Tintenspritzer“ auch noch nach der Röste erhalten bleiben (vgl. Abb. 37 und 38) und unliebsamerweise sogar bis ins Garn und Gewebe gelangen können. Obschon man aber die Krankheit seit alter Zeit kennt und öfters beschrieben hat, verdanken wir erst Untersuchungen jüngsten Datums



Abb. 38. Schwungflachs mit „Teerspritzern“.

(Pethybridge 1921, H. Hart 1925) eine lückenlose Kenntnis des ganzen Entwicklungsganges¹ und der biologischen Verhältnisse und damit die Möglichkeit zur rationellen Bekämpfung dieses Schädlings.

¹ Vgl. hierzu ferner Fromme, F. D.: Sexual fusions and spore development of the flax rust. Bull. Torrey Club 39, Nr. 3. 1912. — Arthur: Cultures of Uredineae in 1906. Journ. Mycol. Bd. 13, S. 201. 1907.

Man hat mit einem gewissen Recht den Flachsrost als eine Alterskrankheit bezeichnet: ist doch das Auftreten der so in die Augen fallenden schwarzen Flecken an die späte Jahreszeit gebunden, wenn die Flachspflanze sich der Reife nähert. Eine genauere Prüfung zeigt jedoch, daß in Wirklichkeit bereits sehr junge Pflanzen infiziert werden und somit „krank“ sein können. Wir wollen deshalb den Entwicklungsgang näher verfolgen und beginnen mit der Betrachtung der bekannten schwarzen Flecken. Sie finden sich meist an Haupt- und Nebentrieben, doch auch an Blattstielen und Kapseln, sind von dunkelbrauner bis schwarzer Farbe und haben bald mehr die Form von einzelnen Pusteln und Flecken, bald bedecken sie als zusammenhängende Krusten größere Stengelpartien (vgl. Abb. 37), die in schweren Fällen den Stengel ringsum einschließen. Diese dunklen Flecke „Zwartstip“ in Friesland, „Firing“ in Irland) bestehen aus den Teleutosporenlagern (Wintersporenlagern) des Rostpilzes. Die mikroskopische Untersuchung

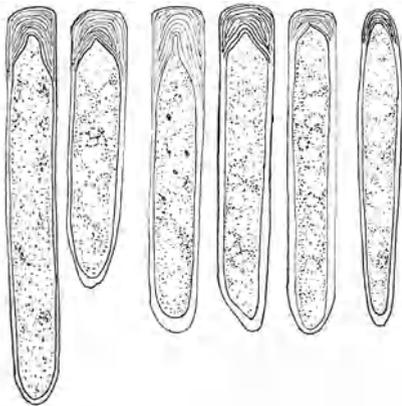


Abb. 39. *Melampsora lini*, Teleutosporen, stark vergrößert.

zeigt folgendes: in der Aufsicht zahlreiche kleine dickwandige dunkelgefärbte Zellen in engem Verbands, im Querschnitt einen Gürtel von langgestreckten schlauchförmigen, oben und besonders unten abgerundeten bräun-

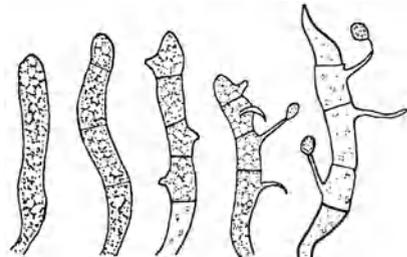


Abb. 40. *Melampsora lini*. Promyzel und Basidiosporenbildung. Nach Pethybridge.

lichen Sporen, die lückenlos eine neben der anderen zwischen Epidermis und Rindenparenchym des Leinstengels liegen (Abb. 39). Das Fußende setzt sich in das Myzel im Parenchym fort, das Kopfende, stark trichterförmig verdickt, stößt an die Epidermis an oder hebt diese z. T. ab. Die Sporenwände sind in der Längsrichtung $1,2-1,5 \mu$ dick, am Scheitel dagegen bis 4μ dick, die Länge der Sporen beträgt nach Klebahn (1914, S. 807) $59-78 \mu$, die Breite $7-13 \mu$. Ich fand an chinesischen Samenflächsen $42-68 \mu$, an Faserflächsen aller Art Längen bis zu 85μ . Die Angabe Kirchners (1906, S. 324) „bis $0,045 \text{ mm}$ lang, $0,020 \text{ mm}$ dick“ wäre demnach zu berichtigen. Infolge der verdickten dunkler gefärbten Scheitelteile erscheint das Sporenlager nach außen hin wie mit einem schwarzen Saum umgeben. Mit diesen Sporen überwintert der Pilz. Im Frühjahr keimen die Sporen: es wird zunächst ein Promyzel entwickelt, das sich septiert und einzelständige, kleine rundlichovale Basidiosporen bildet (Abb. 40). Mit deren Hilfe setzt dann die Neuinfektion der jungen Flachspflanze ein, an die sich dann das dritte Stadium des Pilzes, die Bildung von Aezidiosporen, weiterhin anschließt. Zwischen Infektion und Bildung der Aezidien vergingen nach den Versuchen von Pethybridge vier Wochen. Die Aezidien bestehen aus kleinen Pusteln, sie liegen unter der Blattepidermis¹, die infolge des Druckes bald

¹ In Flachsblättern kommt auch die Ustilaginacee *Entyloma Lini* Oud. vor. Bildet Flecken von $1-3 \text{ mm}$ Durchmesser. Sporen blaßgelb, $9-14 \mu$.

aufreißt, so daß die in Ketten entstehenden Aezidiosporen ins Freie gelangen und weitere Infektionen hervorrufen können. Darauf folgt als viertes Stadium die Erzeugung der Uredosporen; sie werden gebildet in rundlichen oder länglichen, flach polsterförmigen Uredolagern, die meist an den Blättern, weniger an den Stengeln entstehen, häufig fand ich sie auch an den Kelchblättern. Diese Lager heben sich durch ihre leuchtend rötlichgelbe Färbung von den grünen Flachsteilen deutlich ab, ihnen verdankt der Pilz seinen Namen (Rost, engl. rust). Abb. 41 zeigt einen Blattquerschnitt, man sieht, wie beiderseitig die Epidermis abgehoben worden ist. Die Uredosporen selbst werden an dünnwandigen 12—13 μ langen Peridienzellen gebildet, sie sind kuglig bis schwach ellipsoidisch und messen 14—23 : 13—18 μ . Ihre Membran ist farblos, 1,5 μ dick, stachelwarzig; im Zellinhalt finden sich rötlichgelbe Öltröpfchen. Die Paraphysen sind 40—50 μ lang. Aus den Uredolagern entstehen entweder an Ort und Stelle oder erst nach einer weiteren Infektion des Flachses durch Uredosporen dann die

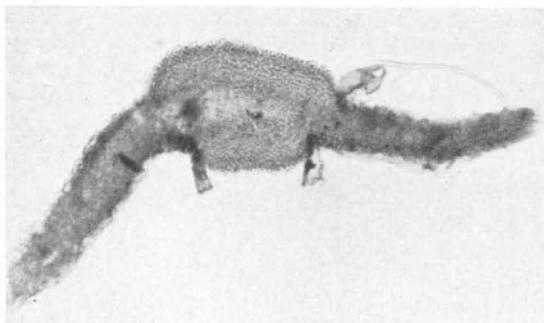


Abb. 41. Querschnitt durch ein Flachblatt, in der Mitte auf Ober- und Unterseite Uredolager von *Melampsora lini*.

Teleutosporenlager. Damit ist dann der ganze Entwicklungskreis geschlossen, er findet ohne Zwischenwirt nur auf der Flachspflanze statt: der Pilz ist autözisch.

Der Pilz ist sehr weit verbreitet¹: er findet sich nicht nur in den flachsbauenden Ländern Europas, sondern geht über Rußland weiter nach Osten bis Sibirien und China. Ebenso findet er sich in Süd- und Nordamerika, und

auch Australien, wo er nach Mc Alpine² erst 1889 eingeschleppt wurde. Bemerkenswert ist, daß er außer auf dem kultivierten *Linum usitatissimum* noch auf vielen anderen Leinarten vorkommt; bisher wurden angegeben *Linum alpinum*, *austriacum*, *catharticum*³, *angustifolium*^{4,5}, *flavum*⁵, *Lewisii*⁶, *marginale*, *narbonense*, *nodiflorum*, *spicatum*⁵, *strictum*, *tenuifolium*⁷ usw. Dies Vorkommen auf so vielen wilden Leinarten läßt an die Möglichkeit denken, daß von hier aus immer wieder Neuinfektionen von an sich gesunden kultivierten Flachsfeldern einsetzen könnten. Solche Gefahr scheint aber nicht zu bestehen, da die Gesamtart *Melampsora lini* sicherlich in eine größere Anzahl von biologischen Unterarten zerlegt werden muß, welche auf bestimmte Flachsarten spezialisiert sind. So ist z. B. die auf unserem wildwachsenden Purgierlein (*L. catharticum*) vorkommende *Melampsora* nicht

¹ Rostbefallenes Stroh lag mir u. a. vor aus Argentinien, Chile, Cypern, China, Sibirien usw.

² The rusts of Australia. Melbourne 1906. — Dort auch auf *L. marginale*.

³ Körnicke: Verhandl. d. naturhist. Vereins d. preuß. Rheinlande Bd. 31. 1874.

⁴ Bubak: Ann. mycologici Bd. 12, S. 206. 1914.

⁵ Jaap: ebenda Bd. 14, S. 25. 1916.

⁶ Arthur: a. a. O.

⁷ Mayor: Ber. d. Schweiz. botan. Ges. Bd. 15, S. 40. 1905.

fähig, den kultivierten Lein zu infizieren^{1, 2, 3, 6}; sie wurde deshalb schon früher als var. *β minor*⁴ unterschieden. Weitere Versuche in dieser Richtung führte Buchheim (1915) aus⁵. Eine genügende Klarheit über die ganze Frage besteht allerdings noch nicht, sie wäre aber mit Rücksicht auf ihre eventuelle praktische Bedeutung recht erwünscht; Arthur (a. a. O.) zeigte z. B., daß *M. lini* von *L. usitatissimum* auf *L. Lewisii* übergehen kann. Nach H. Hart (1925) infizieren die Uredosporen von *M. lini* leicht *L. rigidum*, nicht aber *L. Lewisii*.

Die Größe des vom Rostpilz angerichteten Schadens wird verschieden beurteilt. Das dürfte seinen Grund darin haben, daß erstens der Pilz räumlich und zeitlich mit sehr unterschiedlicher Heftigkeit auftreten kann, daß zweitens sein Erscheinen bei Faserleinen weniger dem Landwirt als der verarbeitenden Industrie fühlbar wird.

Was zunächst sein Auftreten in den verschiedenen Anbaugebieten betrifft, so gibt es Bezirke, wo nach meinen Erkundigungen Rost überhaupt noch nicht geschädigt haben soll (Schlesische Kreise). Auf der andern Seite liegen genug Angaben vor, die über starken Befall berichten: Argentinien (Provinzen Santa Fe und besonders Rios)⁷, Uruguay (1917—1918 besonders schädlich)⁸, Irland (1920 in fast jedem Flachsfeld!)⁹, frühere russische Ostseeprovinzen (jährlich an allen Leinsorten, aber mit wechselnder Intensität!)¹⁰, Italien (1902 bei Turin¹¹ usw.¹². Ich selbst konnte in Brandenburg und unseren eigenen Flachskulturen dies wechselnde Verhalten gleichfalls beobachten. Zur Erklärung dieser interessanten und wichtigen Erscheinung lassen sich meines Erachtens eine ganze Reihe von Gründen heranziehen: 1. Saatgut. Gelangt zufällig ein Saatgut zur Aussaat, das selbst von einem erkrankten Felde stammt und infolge unzureichender Reinigung von vornherein viele Wintersporen enthält, so wird starker Rostbefall eintreten können. Wo keine von auswärts importierten fremden Saaten, sondern eigener gesunder Nachbau gesät wird, bleiben die Felder gesund. 2. Sorteneigentümlichkeit. Es stellt sich mehr und mehr heraus, daß die Empfänglichkeit des Kulturleins für Rostbefall eine Sorteneigentümlichkeit ist; isoliert man aus Herkünften oder Landsorten reine Linien, so kann man große Unterschiede in der Anfälligkeit beobachten. Das gilt für Samen- wie auch für Faserleine (eigene Beobachtungen, vgl. ferner auch Börger a. a. O.). Wester-

¹ siehe Note ³ auf Seite 150.

² Palm: Svensk botan. Tidskrift Bd. 4. 1910.

³ Pethybridge (1922, 109).

⁴ Körnicke: a. a. O.; Fuckel: Symb. 44. — Die Teleutosporen sind kürzer (35—56 μ lang).

⁵ Zur Systematik vgl. ferner Sydow, P. u. H.: Monogr. Uredinarum Bd. 3. Leipzig 1915.

⁶ *M. lini* tritt in Estland im Frühling! fast auf jedem *L. catharticum* auf, dagegen nur selten auf dem Kulturflachs. Lepik: Phytopathol. Notizen, Agronomist Tartu 1926, Nr. 1/2.

⁷ Haumann-Merck: Les parasites végétaux des plantes cultivées en Argentine. Zentralbl. f. Bakteriol., Parasitenk. u. Infektionskrankh., Abt. 2, Ref. Bd. 43, S. 434. 1915.

⁸ Boerger: Sieben La Plata-Jahre. Berlin 1921, S. 255.

⁹ Pethybridge (1921).

¹⁰ Schindler (1899, S. 178).

¹¹ Voglino: Ann. R. acad. di Agricolt. di Torino Bd. 44. 1902.

¹² Die Angabe Kuhnerts (1921, S. 61) über bedenkliche Schäden in Belgien (brulure du lin oder feu) beruht offenbar auf einer Verwechslung mit *Asterocystis radialis*.

dijk (1918) gibt sogar an, daß in Holland der Rost nur auf weißblühendem Flachs bekannt ist. Züchtung immuner Sorten ist möglich (vgl. S. 39 und 153). Die wechselnde Größe des Rostauftretens ist also auch abhängig von der jeweils gebauten Sorte. 3. Aussaattermin. Spätaussaaten bringen Leinpflanzen hervor, die gegenüber frühzeitig gesäten weichere Gewebe besitzen und deswegen leichter infizierbar sind. In Bayern beobachtete ich dies in den letzten Jahren regelmäßig. 4. Düngung. Wird der Flachs durch eine allzu starke oder einseitige Düngung zu allzu schnellem Wachstum und Ausbildung weicherer Gewebe veranlaßt, so ist er ebenfalls leichter infizierbar als normal gedüngte, härtere Flächse. Nach Hart (1925) wächst die Befallsgröße direkt mit dem luxurierenden Wachstum des Leins; insbesondere soll Phosphatdüngung mehr Rost geben als Nitrat- oder Sulphatdünger. Eine Nachprüfung erscheint mir wünschenswert, da gerade die leichtlöslichen Nitrate den Lein zu sehr üppigem Wachstum anregen. 5. Klima. Es ist ohne Zweifel, daß das Klima die Befallsgröße weitgehend beeinflußt; ein feuchter und gleichzeitig heißer Frühsommer wird den Lein zu schnellstem Wachstum treiben, ihn weicher und leichter infizierbar machen. Noch wichtiger ist aber der klimatische Einfluß auf die Sporen selbst: die Befallsgröße eines Feldbestandes hängt ja nicht nur von den Wintersporen ab, sondern weitgehend davon, ob die sekundär gebildeten Aezidiosporen und vor allem Uredosporen günstige Verbreitungs- und Keimungsbedingungen antreffen. Hart ermittelte folgendes: für die Keimung der beiden Sporenarten liegt das Minimum bei $0,5^{\circ}$, das Maximum bei $26-27^{\circ}$, das Optimum bei 18° . Die Aezidiosporen keimen in Aqua dest. leicht bei der Optimaltemperatur nach 45 Minuten, jede Spore entwickelt 1—6 Keimschläuche, die Uredosporen desgl. nach $1\frac{1}{2}$ Stunden, mit einem oder mehreren, verzweigten, rötlichorangenen Keimschläuchen, wovon einer stärker entwickelt wird. Letztere dringen durch die Spaltöffnungen in die Flachspflanze ein; bei einer Temperatur von $7-14^{\circ}$ erfolgte nur schlecht, bei $16-22^{\circ}$ starke, bei $26-30^{\circ}$ wieder nur schlechte Infektion. Die wichtige Rolle des Klimas ergibt sich daraus ohne weiteres: herrscht die für die Keimung günstigste Temperatur von $16-22^{\circ}$ und ist gleichzeitig durch windige feuchte Luft für günstige Verbreitungs- und Anheftungsmöglichkeiten der Sporen gesorgt, so wird der Befall im Felde sehr schwer werden!

Was sodann die Frage angeht, wem eigentlich der Rostbefall schadet, dem Landwirt oder mehr der Industrie, so kann man hier gleichfalls wieder die verschiedensten Ansichten hören: bald heißt es, daß in der Rösterei und Spinnerei der Schaden keine große Rolle spielt, bald wieder versichern die Landwirte, daß sie selbst bei starkem Befall keine wesentliche Ertragsverminderung bemerkt hätten. Dem stehen dann wieder verbürgte Nachrichten gegenüber, die das Gegenteil aussagen. Diese Widersprüche erklären sich z. T. wohl aus dem eben erläuterten ganz verschiedenartigem Auftreten, z. T. aus anderen Umständen. Schindler (1894) gibt an, daß in Livland rostbefallenes Stroh aussortiert wird, „Teerflecken“ dürfen in den besseren Sorten (Risten) nicht vorkommen; man erhält also auf diese Weise aus einem Gebiet, wo der Rost häufig ist, doch gesunde Flächse. Wirklich stark befallenes Stroh wird auch anderswo von den Röstern nicht gern abgenommen werden, so daß ein häufiges Vorkommen im Schwungflachs nicht eintritt. Man muß ferner berücksichtigen, daß sich Unterschiede zwischen Samen- und Faserleinen zeigen können. Bei normal ausgesäten Faserflächsen wird selbst ein heftiger Befall, sofern er überhaupt auftritt, für den Landwirt nicht viel Schaden anrichten, da diese Leine zur Zeit des Rostauftretens ihre Entwicklung ja größtenteils schon hinter sich haben: Stroh- und Kornertrag können nicht mehr viel leiden. Anders bei spät ausgesäten Faserleinen, oder bei Samenleinen südlicher Länder, wo die Bedingungen so sind, daß der Pilz die

Stengel- oder Kapselentwicklung wirklich frühzeitig genug hemmen kann. Haumann-Merck (a. a. O.) sagt z. B., daß 1911 bei Buenos Aires die Ernte völlig vernichtet wurde, und auch Boerger (a. a. O.) berichtet von schweren Schädigungen. So wurde von 30 ha guten Landes, die mit den besten Pedigreetypen bestellt waren, nur eine mittlere Ernte von 465 kg pro Hektar erzielt. In meinen eigenen Kulturen war Schädigung des Samenertrages gleichfalls nur bei bestimmten Ölleinen zu finden. Genauere Beobachtungen in dieser Richtung sind erwünscht — jedenfalls wäre es aber grundfalsch, nun etwa, weil im allgemeinen im Faserflachsbau keine Ertragsverminderung eintritt, der Rostkrankheit für den Faserflachs keine Bedeutung zuzumessen. Ihre Bedeutung liegt hier, und damit für die Industrie, in der Tatsache, daß die Qualität der Faser ganz erheblich entwertet werden kann. Vor und während der Bildung der Teleutosporenlager im Stengel nämlich bedarf der Pilz größerer Nährstoffmengen, er entnimmt diese der Flachspflanze mit Hilfe seiner Myzelfäden, die sich in der Rinde kräftig entwickeln und dabei auch besonders die Bastfaserbündel in Mitleidenschaft ziehen. Nachdem bereits Schindler (1899, 178 und 1894, 27) bemerkt hatte, daß die Bastfaserbündel vom Myzel angegriffen wurden, untersuchte Tobler [1921 (1)] den Vorgang genauer und fand entweder ein Zusammenfallen und Zugrundegehen der Bündel unterhalb der Sporenlager, oder ein Dünnerwerden und Schrumpfen der Faserzellen infolge direkter Durchbohrung und Aussaugung durch die Pilzhyphe. Er fand ferner, daß die Anwesenheit des Pilzes chemische Veränderungen hervorruft, die die Flachsgewebe vor dem Angriff pektinzeretzender Bakterien schützen, d. h. die normale Röste wird verhindert und „Teerspritzer“ im Schwungflachs sind die Folge. Nach Herzog [1919 (2), 32] sind die Bastfasern in ihrer Festigkeit erheblich geschwächt. Hart fand, daß der Pilz in die Rinde und oft auch in die Faser, nicht aber in den Holzkörper eindringt. Die verarbeitende Industrie hat also sehr wohl ein Interesse daran, daß dem Rostpilz zu Leibe gegangen wird.

In der Bekämpfung des Rostes lassen sich verschiedene Wege einschlagen. Zunächst käme der Anbau von immunen oder weniger anfälligen Sorten in Betracht. Erfolgreiche Züchtung ist möglich, die Praxis macht auch schon Gebrauch davon. Nach Henry and Stakman (1925) sind in Nordamerika bereits zahlreiche immune Stämme vorhanden, z. B. Ottawa 770 B, weißblühend, gelbsamig, während z. B. die bekannte gute Faserzüchtung Saginaw und die gute Samenzüchtung Winona beide anfällig sind. In Holland, wo ja der besonders anfällige weißblühende Faserlein stark gebaut wird, ist gleichfalls bereits eine weniger anfällige Züchtung (Alba vlas, weißblühend, früher reifend) auf den Markt gebracht worden. Die anderen flachsbauenden Länder, darunter auch Deutschland, werden gut tun, denselben Weg zu beschreiten¹. Im übrigen wird die Bekämpfung dort anzusetzen haben, wo die Ausschaltung der ersten Infektion des Leins möglich ist; eine direkte Bekämpfung in einem bereits infiziertem Feld ist praktisch nicht möglich, da sich die immer wieder für Neuinfektion sorgenden Aezidio- und Uredosporen nicht entfernen lassen². Es wird also die völlige Beseitigung der Teleutosporen (Wintersporen) anzustreben sein, und zwar, da der Flachs im allgemeinen ja erst nach 6, 7 oder noch mehr Jahren im Felde wiederkehrt und ein Aktivwerden etwa im Boden verbliebener Teleutosporen nach so langer Zeit

¹ Über die Kreuzung von immunen und anfälligen Sorten vgl. A. W. Henry (1926).

² Von einer meiner eigenen Eliten, die im Vorjahre sehr stark rostiges Stroh geliefert hatte, entfernte ich 1926 systematisch alle Uredosporenlager mit dem Erfolg, daß diesmal das Stroh fast völlig rostfrei blieb.

nicht wahrscheinlich ist¹, wird es sich darum handeln, aus dem Saatgut alle Wintersporen restlos zu entfernen. Bei der Saatgewinnung gelangen vom Riffeln, Dreschen usw. her leicht Reste von Blättern, Seitenzweigen, Stengelstücken, Kapselteilen ins Korn, an denen Wintersporen sitzen können; mit den modernen Reinigungsmaschinen lassen sie sich bei einiger Sorgfalt gut entfernen, und damit ist dann auch die ursprüngliche Quelle der Krankheit verstopft. Versuche, die in Irland (1921, S. 178) ausgeführt wurden, bestätigten das. Vorbeugende Maßnahmen wären ferner noch: möglichst frühe Aussaat und vorsichtig bemessene Düngung.

11. Uromyces lini. Der zur Ordnung der Uredineen, Familie Pucciniaceen gehörende Pilz ist nach Miège² in Marokko auf Flachs sehr verbreitet. Da ich die Originalarbeit nicht bekommen konnte, den Pilz auch in der einschlägigen mykologischen Literatur nicht beschrieben fand³, kann ich Näheres nicht mitteilen. Der in Sorau angebaute Marokko-Lein zeigte die Krankheit nicht.

12. Phoma. Die formenreiche Gattung Phoma (Fungi imperfecti, Sphaeropsidaceae) beherbergt eine oder mehrere Arten, die dem Flachs gefährlich sind und vielleicht viel größeren Schaden stiften, als man bisher angenommen hat. In Betracht käme *Ph. exigua* Desm⁴. und *Ph. herbarum* Westend., wiewohl letztere ja allerdings nur eine Sammelart von verschiedenen Vertretern vorstellt. Kirchner (1906, S. 324) und Kuhnert (1920) nennen *Ph. herbarum*, Kletschew (1925) eine nahe zu *Ph. exigua* gehörende Form, andere Beobachter wie Pethybridge (1921), Gentner (1923), Westerdijk (1918) lassen die Frage der Zugehörigkeit offen; auch ich kann mich auf Grund meiner Beobachtungen noch nicht einwandfrei für eine bestimmte Spezies entscheiden⁵. Jedoch seien für vorkommende Fälle hier einige Angaben über *Ph. exigua* gemacht (vgl. Diedicke, Sphaeropsidaceae, in Kryptogamenflora der Mark Brandenburg Bd. 9, S. 172. 1915). Die in Massen auftretenden Pykniden sind kugelig, von kastanienbraunem, sehr regelmäßigen parenchymatischem Gewebe, Durchmesser 150—200 μ , Porus etwa 15 μ weit, mit weißlichem Kern. Sporen hyalin, eiförmig oder fast zylindrisch, mit stumpfen Enden, 5—7 μ lang, 2 μ dick.

Neuerdings nun beschreibt Naoumoff⁶ eine *Phoma linicola* genannte Art, die bei Leningrad auf Flachs vorkommt, ohne jedoch nach seinen Angaben die Stengel zu verfärben oder zu töten. Der Pilz bildet in der Mitte und an der Spitze der Stengel isolierte, subepidermale Pykniden, die etwa 150 μ Durchmesser haben und dunkelwandig sind. Die darin enthaltenen Sporen sind einzellig, hyalin, elliptisch, 10—13,4 μ lang und 3,3—5 μ breit; sie können mit jüngeren Stadien von *Ascochyta linicola* (vgl. S. 63) verwechselt werden.

¹ Pethybridge stellte fest, daß trocken aufbewahrte Teleutosporen ihre Lebenskraft mindestens 21 Monate behalten können. — Die im Herbst gebildeten Teleutosporen bedürfen einer Ruheperiode, bevor sie keimen; deren Abkürzung glückte Hart (1925) nicht.

² Maladies des plantes observées au Maroc. Bull. de la soc. de pathol. végét. France T. 8, S. 37. 1921.

³ Auch nicht enthalten in Sydow, P. u. H.: Monographia Uredinearum, Bd. 2, Genus Uromyces. Leipzig 1909/1910. — In Saccardo (Syll. 9, S. 294) wird *Uromyces Holwayi* Lagerh. fälschlich auf *Linum superbum* angegeben. (*Lilium superbum*!)

⁴ Vgl. Saccardo: Sylloge Fungorum Bd. 3 S. 134 und Allescher: Rabenhorsts Kryptogamenflora Bd. 6, 2. Aufl., S. 302. — Ältere Angaben über Phoma auf Flachs vgl. Renouard (1879).

⁵ Auf *Linum tenuifolium* kommt eine eigene Art, *Phoma lini* Pass., vor.

⁶ Neuheiten der Pilzflora von Leningrad, 1926.

Wir können zwei ganz verschiedene Krankheitsbilder feststellen, die bedingt sind durch das Entwicklungsstadium der betroffenen Flachspflanzen: den Befall junger Keimlinge und das Absterben erwachsener Pflanzen wenige Wochen vor der Ernte. Phoma kommt schon auf der Leinsaat vor und gehört gar nicht so selten zu der Mikroflora, die fast stets dem Leinsamen anhaftet. So fand Gentner (1923) z. B. bei 100 Leinsaatproben in 16 Fällen den Pilz vor, ich bei 42 Proben neunmal. Auf zur Keimung ausgelegten Samen treten nach etwa 8—14 Tagen die dunkelbraunen bis schwarzen Pykniden auf. Die jungen Flachskeimlinge werden leicht infiziert, bekommen an Keimblättern und Hypokotyl Flecke von abgestorbenem Gewebe und können in schweren Fällen verjauchen und absterben. Falls sie den ersten Angriff überwinden, bleiben sie doch im Wachstum zurück, kümmern mehr oder weniger und sterben vor der Ernte ab. Daß wirklich Phoma als Flachsparasit auftritt, bewies Pethybridge (1921), indem er sterilisierte Erde mit Sporen, die aus Reinkulturen stammten, infizierte und dann gesunde Leinsaat einsäte: nach drei Wochen begannen die Leinpflanzen abzusterben, da ihre Wurzeln vom Pilz zerstört waren, nach weiteren drei Wochen erschienen die Pykniden. Wegen der Wurzelzerstörung schlugen die irischen Forscher für die Krankheit den Namen „Foot-Rot“ vor.

Das andere Krankheitsbild (Abb. 42) ist bekannt unter den Namen „Toter Stengel“, „Stengeldürre“, „Doode Harrel“, „Dead Stalks“. Wenige Wochen vor der Ernte werden die erwachsenen Pflanzen plötzlich braun und dürr, sterben ab und zeigen als besonders charakteristisches Kennzeichen die leichte Ablösbarkeit der Rinde vom Holzzylinder¹. Auf den absterbenden oder toten Stengeln erscheinen dann wieder in großer Zahl die kleinen dunklen Fruchtgehäuse. Bei mikroskopischer Untersuchung der Stengel läßt sich

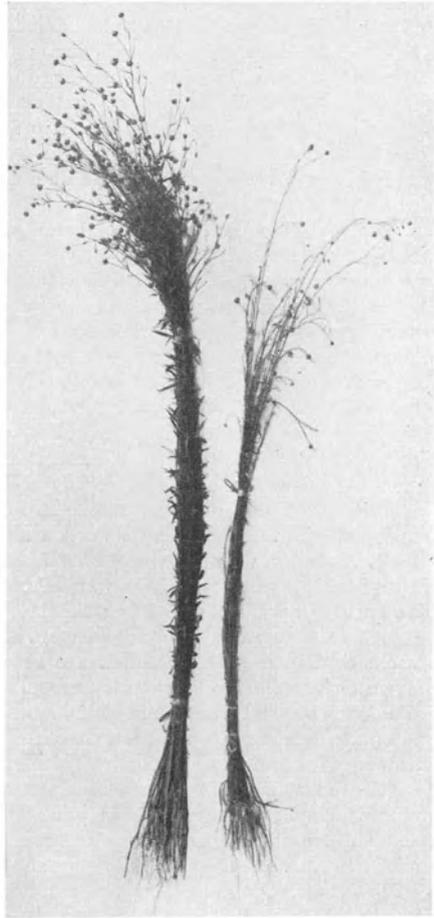


Abb. 42. Schädigung des Leins durch Phoma. Aus einer Drillreihe je 40 Pflanzen: links gesund, Gewicht = 63 g; rechts krank, Gewicht = 9,6 g. Sorau 1926.

¹ Wahrscheinlich gehört der von A. Herzog (1918, S. 42) geschilderte Fall, daß drei Proben ungarischen Flachstrohes Ablösung der Rinde aus unbekanntem Gründen zeigten, auch hierher.

feststellen, daß das Myzel des Pilzes die ganze Rinde durchwuchert und zerstört; auch die Bastfasern können angegriffen und vernichtet werden, und sogar im Holzzylinder sieht man das Myzel der Gefäße im Zellumen der Gefäße und Fasertracheiden weiterwachsen. Die stärksten Angriffsstellen liegen im unteren Stengelteil, die Pykniden erscheinen meist oberhalb davon.

Es bleibt bei dieser Krankheit noch manches zu klären. Abgesehen davon, daß wir noch nicht wissen, welche Phoma-Art vorliegt, fehlt uns auch noch die Kenntnis darüber wie die Verbreitung und Infektion im einzelnen geschieht. Daß eine Infektion junger Wurzeln durch im Erdboden vorhandene Sporen erfolgt, steht fest; andererseits findet sich der Pilz auch schon auf den Samen, so daß er also vermutlich auch durch die Leinsaat verbreitet wird. Das plötzliche Absterben erwachsener Pflanzen legt die Frage nahe, ob diese Pflanzen auf dem Felde kurz vor dem Tode durch Sporen infiziert wurden — dann würde Phoma hier als „Altersparasit“¹ aufzufassen sein, der nur Pflanzen, die ihren Wachstumshöhepunkt überschritten und an Widerstandsfähigkeit eingebüßt haben, infizieren kann, nicht aber vollkräftige Exemplare —, oder ob wir es hier doch mit frühzeitig infizierten Keimlingen zu tun haben, die den ersten Angriff bis zur Reifezeit überstanden, im Innern aber das Myzel beherbergen und ihm erst im Alter unterliegen. Auch welchen Einfluß nasse oder trockene Witterung ausübt, wissen wir nicht näher; für die Keimlingsinfektion dürfte feuchtes Wetter, für das Auftreten der „toten Stengel“ scheint nach meinen Beobachtungen eine längere Trockenperiode günstig zu sein. Vielleicht spielt dann die infolge des Pilzbefalls herabgesetzte Leistungsfähigkeit des Wurzelsystems eine Rolle. Nach Westerdijk (1918) ist die Erscheinung der „Doode Harrel“ in den nördlichen Provinzen der Niederlande allgemein verbreitet. — Eine Behandlung der Leinsaat mit Trockenbeizen scheint mir insoweit Erfolg zu versprechen, als die Jugendinfektion vermieden werden kann.

13. *Ascochyta linicola* Naoumoff und Vassiliewsky. Der zu den Fungi imperfecti, Sphaeropsidae, gehörende Pilz ist erst ganz neuerdings von Naoumoff² als Flachsschädling beschrieben worden. Über seine Verbreitung läßt sich daher noch nichts aussagen. In der Umgegend von Leningrad verursacht er eine Art Fußkrankheit des Flachses: am Stengelgrunde treten Verfärbungen auf, schließlich stirbt der Stengel ab und zeigt an der Basis die Pykniden des Pilzes. Sie stehen dicht gehäuft, sind braun, rund oder elliptisch, abgeflacht und entstehen subepidermal; der Durchmesser beträgt 110—160 μ . Die darin enthaltenen Sporen sind hyalin, zweizellig, jung häufig einzellig, 5—6 μ lang, 2—2,5 μ breit. In später Jahreszeit gesammelte Sporen waren jedoch bedeutend länger, sie maßen (zu über 50%) 11:2,6 μ . Naoumoff macht darauf aufmerksam, daß dieser Pilz in jüngeren Stadien mit dem von ihm gefundenen *Phoma linicola* (vgl. S. 61) verwechselt werden kann.

Mir erscheint es möglich, daß dieser Pilz zusammenhängt wenn nicht identisch ist mit der bereits früher beschriebenen *Ascochyta lini* Rostr., die auf Stengeln von *Linum catharticum* vorkommt³. Die Sporen messen nach Saccardo⁴ 10:5 μ . Vielleicht liegen hier zwei auf die verschiedenen Wirtspflanzen spezialisierte Formen vor.

14. *Phyetaena linicola* Speg. In den südamerikanischen Ölleingebieten tritt

¹ So wie z. B. *Mycosphaerella punctiformis* und andere Pilze nach Klebahn (1918, S. 13, 95, 222).

² Neuheiten der Pilzflora von Leningrad, 1926 (russisch).

³ Fungi from the Faeröes. Botany of the Far., Teil I, S. 304—316. Kopenhagen 1901.

⁴ Syll. Bd. 18, S. 337.

eine „Pasma“ genannte Krankheit auf, die bei schwerem Befall ganze Kulturen vernichtet. (Vgl. Spegazzini, *Mycetes argentineses*, in Anal. Mus. Nac. de Buenos-Aires, 1902ff., S. 965, sowie Lucien Haumann-Merck, Les parasites végétaux des plantes cultivées en Argentine, in Bakt. Zentralbl. Bd. 43, S. 442. 1915¹.) Auf den Blättern erscheinen 4—6 mm große Flecke, die sich bräunen und schließlich die ganzen Blätter zum Verdorren bringen. Auch die Stengel können befallen werden. Bei genauer Untersuchung lassen sich zahlreiche sehr kleine Pykniden (etwa 100 μ im Durchmesser) feststellen, die von der Epidermis bedeckt im Parenchym liegen. Die darin enthaltenen Sporen sind zylindrisch, gerade oder schwach gekrümmt und messen in der Länge 15—25 μ , in der Breite 2—3 μ ; nach Saccardo (*Sylogae fungorum* Bd. 22, Suppl. univers., Pars 9, S. 1135) sind sie 20—30 μ lang und 1,5—3 μ breit, die Pykniden 75—100 μ im Durchmesser. Neuerdings nun tritt die gleiche oder eine ähnliche Krankheit auf Ölleinen in Nord-Dakota und Faserleinen in Michigan auf. Nach Brentzel (1923) erscheinen die Flecken auf Stengeln, Blättern und Kapseln zuerst nur als Punkte, die dann länger und breiter werden und schließlich Flächen von $\frac{1}{2}$ bis zu mehreren Zentimetern Ausdehnung ringsum am Stengel bedecken können. Die Sporen des Pilzes sind hyalin, zylindrisch und messen 1,5—3 μ zu 21—31 μ . Durch Infektionsversuche an verschiedenen Flachssorten wurde festgestellt, daß gewisse Sorten sehr empfänglich, andere wieder ziemlich resistent waren. Bei der Abwehr des Pilzes, der sich allmählig weiter zu verbreiten scheint, käme also vielleicht eine Züchtung von pilzfesten Sorten in Frage.

Die systematische Stellung des Pilzes bedarf noch weiterer Klärung. Ob er wirklich zur Gattung *Phlyctaena* gehört, ist noch zweifelhaft. Spegazzini selbst, dem wir die erste Entdeckung des Parasiten verdanken, fand gleichzeitig in kleinen Mengen eine andere Form, die er als *Septogloeum linicola* Speg. benennt und von der er vermutet, daß sie mit in den Entwicklungskreis hineingehört².

15. *Lepostroma herbarum* (Fr.) Link. Zugehörigkeit: Fungi imperfecti. Ordnung Sphaeropsidaceae, Familie Leptostromataceae. — Nach Diederich (1915, S. 716)³ findet sich der Pilz außer auf Stengeln von *Cerastium*, *Cirsium*, *Euphorbia* usw. auch auf Flachsstengeln. Ob der Pilz wirklich pathogen wirken kann oder ob das Myzel nur später in trockene Stengel einwandert, ist noch nicht mit Sicherheit festgestellt; immerhin sei auf ihn kurz hingewiesen. Auf den Flachsstengeln befinden sich zahlreiche Pykniden (Fruchtgehäuse) von flacher schildförmiger Gestalt, die in der Mitte mit einem unregelmäßigen länglichen Spalt aufspringen. Die Sporen sind spindelförmig, bogig gekrümmt, hyalin, 4—6 μ lang, 1—1,5 μ breit.

16. *Colletotrichum lini* (Westerdijk) Tochinai, Flachsanthracnose. Syn. *Colletotrichum linicum* P. u. L.; *Gloesporium lini*. Dieser zu den Fungi imperfecti gehörende Pilz ist ein gutes Beispiel dafür, daß Schäden an Flachs lange Zeit auf falsche Ursachen zurückgeführt oder übersehen wurden und daß die Erforschung der Flachskrankheiten für die Förderung des Flachsbauens sehr wichtig ist. Die vom Pilz verursachte Krankheit — sie wird öfters als „Anthraknose“ bezeichnet — kann sowohl den Ertrag des Feldes als auch die Faserqualität bis zur Vernichtung schädigen, und hat das sicherlich schon lange getan, gleichwohl findet man in der gesamten Flachsliteratur keine Angaben über ihn, bis endlich 1915 aus Holland die erste Mitteilung durch

¹ Vgl. ferner Girola in Amer. Soc. Rural Argentina, liv. 1920.

² Vgl. S. 162.

³ S. Allescher in Rabh. Krypt. Flora Bd. 7, S. 348. — Saccardo, Syll. Bd. 3, S. 645. — Oudemans, Enumeratio Bd. 3, S. 1013.

J. Westerdijk (1918) kam. Kurz darauf wurde der Parasit auch in Irland gefunden (Pethybridge 1918), und 1920 entdeckte ich ihn, ohne damals die vorgenannten Angaben zunächst zu kennen, auch in Deutschland [Schilling 1922 (1)]. Seitdem hat seine Erforschung schnelle Fortschritte gemacht, wir wissen, daß der Pilz über Rußland (Kletschetow 1925) bis nach Japan (Hiura 1924 und Hemmi 1920) und Formosa (Sawada 1921) geht und daß er für den Flachsbau sehr bedeutungsvoll ist. Er ist eine der Ursachen mit für die biologische Bodenmüdigkeit des Leins.

Die Schädigung kann den Flachs in jedem Altersstadium treffen.

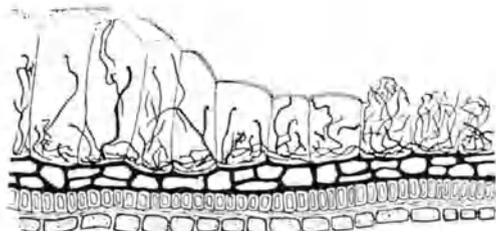


Abb. 43. *Colletotrichum lini*. Myzel in der Epidermis eines Leinsamens.

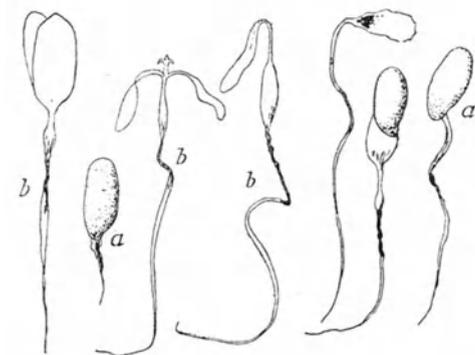


Abb. 44. Flachskeimlinge, durch *Colletotrichum* befallen. Bei *a* Steckenbleiben der Keimblätter.

Bereits die Saat kann, und das ist für die Bekämpfung das wichtigste, gründlich befallen sein, gleichgültig ob Herkünfte oder Züchtungen. Das Myzel des Pilzes sitzt in der Schleimepidermis (Abb. 43) des Leinsamens, geht aber in schwer erkrankten Körnern unter Zerstörung der äußeren Schichten ins Innere bis zum Embryo, was Hiura zuerst feststellte. Bei der Keimung des Samens bleibt die junge Flachswurzel entweder überhaupt stecken — dann verfaulen die Leinsamen — oder sie wächst zwar hervor, bekommt jedoch orangefarbige Flecke und Streifen, wird z. T. fadenartig verdünnt, schwillt z. T. abnorm an und unterliegt schließlich oft unter bräunlicher Verfärbung dem Angriffe des Parasiten (Abb. 44). Auf dem Felde führt diese Fleckenbildung am Fuße der jungen Leinpflanze zum Durchbrechen des Hypokotyls und Umfallen der Pflanzen. Auch auf den Keimblättern kann sich die Erkrankung in Gestalt von weißlichen bis bräunlichen und rötlichen, scharfumränderten Flecken zeigen. Überwinden die Keimlinge den ersten Angriff, so bilden die Flecken an der Keimblattachse — sie sind infolge der Gewebezestörung meist etwas eingesunken — doch eine ständige Gefahr für die Flachspflanzen, da bei starkem Wind oder Regen der Leinstengel an diesen Stellen zur Brüchigkeit neigen („Stem-break“ in Irland). Der Pilz kann dann weiter auf Blättern, Stengeln, Knospen, Blüten und Kapseln auftreten. Er verbreitet sich mit Hilfe seiner mikroskopisch kleinen, in riesigen Massen gebildeten Sporen, die durch Wind, Regen oder Insekten (Erdflöhe!) leicht von Pflanze zu Pflanze transportiert werden. Die befallenen Pflanzen sterben bei trockenem Wetter leichter ab als bei feuchtem. So fand ich z. B. Felder, die nur 20—40 cm Höhe erreichten und dann unter Vergilbung fast restlos abstarben. Ältere Flachspflanzen können in ihren oberen Teilen angegriffen, Knospen und

Blüten in der Entwicklung gehemmt werden. Entwickeln sie sich weiter, so bilden sie infizierte Samen, die oft schon äußerlich durch ihre matte, stumpfe, im Gegensatz zur normalen Saat nicht glänzende Oberfläche und Verfärbung kenntlich sind. Die Kapseln werden in der Regel auf der Unterseite, besonders auch an der Ansatzstelle des Fruchtstiels, befallen, wobei sie z. T. zerstört werden können, oder schief wachsen. Das Stroh von stärker befallenen Pflanzen leidet durch deren Wachstumshemmung, es wird leichter und brüchiger, die Faserqualität kann wesentlich verschlechtert werden.

Die Sporen des Pilzes (Abb. 45) sind einzellig, zylindrisch-langgestreckt, mit abgerundeten Enden, öfters auch schwach gekrümmt, hyalin, 16—20 μ lang, 4—6 μ breit. Im Inhalt finden sich körniges Plasma, Vakuolen und oft orange-farbene Ölkugeln¹. Bei der Keimung werden ein oder mehrere zarte Keimschläuche gebildet; Appressorien und Sporophore, die gleich wieder sekundär neue Sporen absondern, können entstehen (Einzelheiten vgl. bei Schilling). Das Myzel ist weißlich, oder durch Anhäufung von Öl lachsrotlich, in älteren Stadien schwärzlich. Die Sporenlager bestehen aus kleinen flachen Polstern, die unter der Epidermis hervorbrechen; je nach den Wachstumsbedingungen sind sie mit mehrzelligen, dunkler gefärbten Borsten (etwa 80 bis 180 μ lang) versehen oder nicht. Weitere Einzelheiten finden sich in der bisher angeführten Literatur.

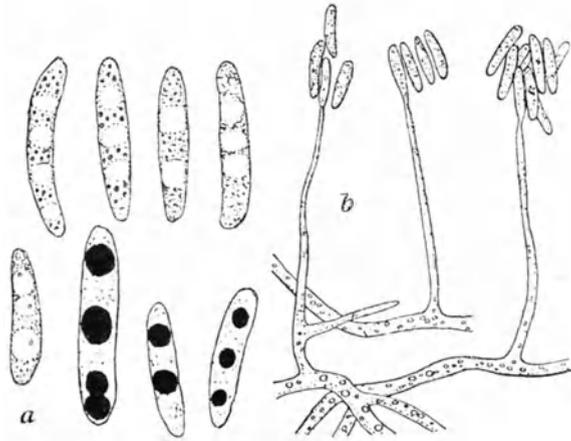


Abb. 45. *Colletotrichum lini*. a = Sporen stark vergrößert. b = Konidiosporenbildung in Reinkultur.

Das Vorkommen des Parasiten ist nicht nur auf die kultivierten Faser- und Ölleine beschränkt; nach meinen Beobachtungen ist er fähig, auch weitere Leinarten, wie *Linum angustifolium*, *austriacum*, *perenne*, *flavum* usw. bei der Keimung zu befallen. Was die Faserfläche betrifft, so habe ich bisher noch keine Herkunft (Rigaer, Pernauer, Pskower, weißer und blauer Holländer, Schlesischer usw.), ebenso noch keine Züchtung gefunden (Davis, Saginaw, v. Lochow, Eckendorf, Bensing, Opitz usw.), die immun wäre. Nach meinen eigenen Versuchen — ständiger Anbau von bestimmtem reinen Linien auf einem total verseuchtem Flachsboden — scheint es aber nicht ausgeschlossen zu sein, daß sich in der Anfälligkeit Unterschiede zeigen. Auch Hiura (1924) gibt solches an. Weitere Prüfung, unter Berücksichtigung von eventuellen klimatischen Einflüssen, sind notwendig. Was die Häufigkeit im Saatgut angeht, so ist es erstaunlich, daß der Pilz so lange Zeit übersehen wurde! Es liegt bisher kein Grund zu der Annahme vor, daß er sich erst in den letzten 20 Jahren über die Erde verbreitet habe. Nach der von mir aus zahlreichen Saatprüfungen gewonnenen Übersicht muß er als häufig bezeichnet werden; der prozentische Befall in der

¹ Diese bewirken bei stärkerer Sporenanhäufung lachsrotliche auffallende Färbung, die an *Fusarium*arten erinnert.

Leinsaat kann allerdings sehr verschieden sein, von nur 2% steigend bis zu 10, 15—20% und noch höher, wobei Gesundheit des Ausgangssaatgutes, Jahreswitterung, Boden- und sonstige Verhältnisse eine Rolle spielen. Russische Importsaaten waren in zahlreichen Mustern erkrankt. Jedenfalls tut Landwirtschaft und Industrie gut daran, wenn sie, ebenso wie dem *Fusarium*, so auch dem *Colletotrichum* eine ganz andere Aufmerksamkeit schenkt als bisher.

Eine rationelle Bekämpfung des Parasiten läßt sich nur dadurch erreichen, daß man mit der Saat Gesundheitsprüfungen¹ anstellt und erkrankte Saaten vom Anbau ausschließt! Nur so läßt sich vermeiden, daß kranke Körner — und es brauchen deren nur wenige zu sein! — ihre Nachbarn anstecken, die Krankheit in den Boden bringen, übers Flachsfeld verbreiten und schließlich ein Saatgut ernten lassen, das wieder krank ist. Kletschetow (1925) und ich² fanden, daß der Pilz ein häufiger Bewohner flachsmüder Böden ist. Schon aus diesem Grunde muß er energisch bekämpft werden. Ist erst einmal ein Flachsbestand oder der Boden infiziert, so ist eine erfolgreiche Bekämpfung wegen der Kleinheit und Menge der Sporen nicht mehr möglich. In leichteren Fällen leistet eine Beizung der Saat mit Trockenbeizen gute Dienste; in unseren Versuchen bewährten sich besonders Uspulun-, Germisan-Agfa, Höchster Trockenbeize. Wenn aber der Befall schwerer ist und der Pilz im Sameninnern sitzt, hat die Beizung keinen Erfolg (Schilling 1927). Ob eine Züchtung fester Sorten möglich ist (vgl. oben), bedarf eingehender Versuche, desgl. Dörren der Leinsaat³.

17. *Polyspora lini* Lafferty. Der vorstehende, bisher unbeschriebene Pilz wurde in Irland als ein gefährlicher Flachsschädling entdeckt, dem allen Anschein nach eine größere Bedeutung zukommt. Er trat nicht nur an ein heimischer Saat auf, sondern auch an Saat aus England, Belgien, Holland, Rußland, Kanada, Japan und kommt wahrscheinlich auch in Ostafrika vor. Daß er sich auch in Deutschland oft findet, ist mit Sicherheit anzunehmen⁴. Seine Entdeckung in erst allerneuester Zeit ist ein gutes Beispiel dafür, daß längst bekannte Krankheitsbilder, die von den Praktikern mit irgendeinem sich nach äußeren Merkmalen richtenden Namen bezeichnet werden, sich in Wirklichkeit erst nach eingehender wissenschaftlicher Forschung auf ihre wahre Ursache zurückführen lassen und damit der Bekämpfung zugänglich werden.

In der äußerlichen Erscheinung der durch *Polyspora* hervorgerufenen Krankheit kann man zwei verschiedene Bilder unterscheiden: die „Bräune“ (Browning) und den „Stengelbruch“ (Stembreak). Die Bräune tritt in Jahren mit normalem Witterungsverlauf am augenfälligsten Ende Juli bis Anfang August, also kurz vor der Zeit des Raufens, auf. Im Felde zeigen sich zunächst Gruppen und kleinere Flächen von braunverfärbten Pflanzen, die sich von den noch grünen normalen Pflanzen ziemlich stark abheben; allmählig werden diese Stellen größer und verschmelzen miteinander, bis schließlich das ganze Feld ein braunes Aussehen bekommen hat. Falls jedoch die Infektion von Anfang an ziemlich gleichmäßig im Feld verbreitet war, tritt die Braunfärbung dann auch gleichmäßig über den ganzen Acker hin auf. Sie rührt her von braunen Flecken und

¹ Dabei kann man auch den rapiden Abfall in der Keimenergie kranker Saaten beobachten!

² Versuche mit Boden, der 2—8 Jahre Lein getragen hat. Schon nach 2 Jahren sinkt der Ertrag, trotz Düngung, erheblich, später gänzliche Mißernte.

³ Die japanische Arbeit von Tochinal und Enomoto konnte ich leider nicht einsehen.

⁴ Lafferty meint, daß er überall, wo Flachs nur gebaut wird, zu finden sei. Auf den Sorauer Flachsfeldern konnte ich ihn 1926 feststellen. Henry (1925) fand ihn 1920 in Kanada, 1925 in Michigan.

Stellen, die sich an Stengeln, Blättern, Kelchblättern und Früchten des Leins finden. Bei frühzeitigem Befall erkrankt die ganze Frucht, die Leinsamen schrumpfen und sind tot, in weniger schweren Fällen erscheinen die Leinsamen äußerlich zwar normal und sterben nicht ab, erweisen sich jedoch bei mikroskopischer Prüfung gleichfalls als infiziert und krank.

Wird solche kranke Saat ausgesät, so zeigen die Keimblätter kranke braune Flecken, und auch das jüngste Stengelgewebe in der Gegend des ersten Knotens wird angegriffen und geschwächt. Beim Heranwachsen der Pflanze vermag später die geschwächte Stengelbasis den Oberteil der Pflanze nicht mehr zu tragen, sie bricht mehr oder weniger durch, und so finden sich im Felde viele Pflanzen, die umgefallen sind und absterben oder versuchen sich wieder aufzurichten. Das ist das Stadium des Stengelbruchs. Beide, äußerlich so verschiedene Krankheitsbilder, sind auf ein und denselben Pilz zurückzuführen, dessen Entdeckung und genaue Beschreibung wir Lafferty (1921) verdanken¹.

Bringt man Stengel, Blätter oder Früchte erkrankter Pflanzen in feuchte Luft, so bedecken sie sich mit kleinen, dem bloßen Auge kaum sichtbaren, etwas schleimigen und hyalin bis milchig aussehenden

Sporenhäufchen (averculi). Diese entstehen an Konidiphoren², die in der Regel durch die Spaltöffnungen durchbrechen; gelegentlich finden sich aber auch Sporenhäufchen unter der Epidermis. Die Sporen (vgl. Abb. 46) sind einzellig, hyalin, meist oval bis zylindrisch, aber etwas unregelmäßig gewunden, mit stumpfen Enden; während ihre Breite ziemlich gleichmäßig $4\ \mu$ beträgt, wechselt die Länge von $9\text{--}20\ \mu$ (im Durchschnitt

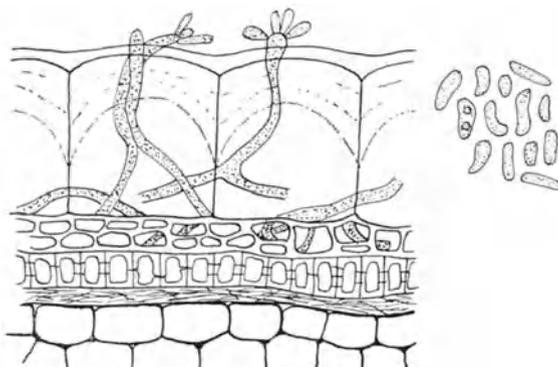


Abb. 46. *Polyspora lini*. Rechts Sporen stark vergrößert. Links äußerer Teil eines Leinsamens im Querschnitt; Myzel des Pilzes in der Epidermis und im Parenchym.

¹ Bei der großen Verbreitung des neuen Pilzes sei im folgenden die Originaldiagnose (Lafferty 1921, S. 258) wiedergegeben. L. stellt die neue Gattung zu den Melanconiales, Fungi imperfecti.

Polyspora nov. gen.

Mycelium hyalinum, septatum, intra hospitem ramosum: basidia ex hyphis laxe in cavo substomatali conglomeratis surgentia ad summum subtumida et per stomata paullum protuberantia simplicia vel subramosa ad summum plura conidia quodque gerentia; averculi numerosi minuti gelatinosi hyalini vel lactei in hospitis epidermide super stomata raro suptr sits: conidia hyalina continua obovata vel cylindracea terminis rotundatis complura simul ad summos vel in lateribus basidiorum gesta.

P. lini nov. spec. E genere supra descripto; conidiis $9\text{--}20\ \mu$ (medium $15\ \mu$) longis, $4\ \mu$ latis nonnumquam cum una vel duabus guttulis.

Hab. in foliis, stirpibus, fructibus seminibusque vivis Lini usitatissimi in Hibernia.

² Meist unverzweigt, $27:6,5\ \mu$.

15 μ). Der Inhalt ist feinkörnig, manchmal finden sich auch ein oder mehrere Öltröpfchen. Sie entstehen durch Abschnürung (meist 3—5 Stück) an den etwas angeschwollenen Enden der Sporenträger oder auch seltener an weniger differenzierten Hyphen. Die Reinkultur gelingt leicht, als beste Nährböden erwiesen sich abgekochte grüne Flachsstengel und Hafer-Agar. Bei der Keimung tritt meistens zuerst eine Querwand auf, dann Wachstum, Verzweigung und Bildung neuer, sekundärer Sporen. Das Myzel findet sich im Stengel in der Rinde; die Bastfasern selbst und der Holzzylinder werden nicht angegriffen, doch leidet die Ausbildung der Bastfasern an den kranken Stellen, indem die Wände weniger dick sind und mit Phlorogluzin + Salzsäure eine deutliche Rotfärbung, auch ober- und unterhalb, auftritt. Auf diese Zerstörung der Rinde und Schwächung der Bastfasern ist die große Brüchigkeit des Stengels zurückzuführen.

Wichtig ist, daß die Übertragung der Krankheit mit Sicherheit durch die Leinsaat erfolgt. In der äußeren Samenschale läßt sich das Myzel des Pilzes nachweisen (vgl. Abb. 46), an dem dann bei der Keimung des Samens wieder Sporen entstehen. Nach Lafferty ist dies vielleicht der einzige Weg, auf dem der Pilz sich von Jahr zu Jahr weiter erhält. Er konnte zeigen, daß die Sporen an trockener Leinsaat 2 $\frac{1}{2}$ Jahre lebenskräftig blieben: eine dreijährige Lagerung der Leinsaat müßte demnach die Krankheit unterdrücken — allerdings geht damit auch die Keimkraft der Saat stark zurück. Beizversuche (Lafferty stellte ohne befriedigende Erfolge Versuche an mit Kupfersulfat, Sublimat, Formaldehyd, Heißluft) könnten nur dann durchschlagenden Erfolg versprechen, wenn die Infektion auf die äußere Samenschale beschränkt bliebe; in schweren Fällen, bei frühzeitiger Infektion der Frucht, dringt aber der Pilz bis ins Sameninnere, bis in den Embryo vor und ist dann praktisch mit Beizmitteln nicht zu erreichen. So bleibt als einzigstes Abwehrmittel übrig, die Leinsaat einer genauen Gesundheitsprüfung zu unterziehen und irgendwie kranke Saat nicht zur Aussaat zu verwenden, auch dann nicht, wenn nur ein geringer Prozentsatz der Körner infiziert ist. Es zeigt sich nämlich, daß bei günstigem Wetter (warme, feuchte Luft) ganz wenige kranke Pflanzen genügen, um in kürzester Zeit das ganze Feld anzustecken: Wind, Regen und Insekten besorgen die Ausbreitung der in riesigen Mengen gebildeten Sporen. Speziell für den Erdflöhe konnte Lafferty durch exakte Versuche beweisen, daß die Käfer als Sporenüberträger wirken und die Leinpflanzen infizieren.

Eine genaue Beobachtung der Pilzes wird festzustellen haben, ob der Krankheit in allen flachsbauenden Ländern wirklich die von Lafferty vermutete Bedeutung zukommt. Es ist ja möglich, daß sie weit verbreitet ist, aber nicht erkannt oder fälschlich auf andere Ursachen zurückgeführt wurde; andererseits könnte sie jedoch in Ländern mit anderen, dem Pilz nicht zusagenden klimatischen Bedingungen fehlen oder wenigstens nicht den großen Schaden stiften, der aus Irland gemeldet wird. Jedenfalls scheint das epidemische Auftreten des Pilzes an warme feuchte Luft gebunden zu sein. Blau- und weißblühender Flachs wird ohne Unterschied befallen.

18. Septogloeum linicola Speg. Der Pilz wurde von Spegazzini¹ in Argentinien auf Flachs gefunden, ob er eine größere Rolle spielt, ist aber zweifelhaft, da zu wenig über ihn bekannt ist. Er trat zusammen mit *Phlyctaena linicola* (s. d.) auf, und Spegazzini vermutet, daß er vielleicht in den Entwicklungskreis von *Phlyctaena* hineingehört. Avereuli 50—60 μ Durchmesser,

¹ *Mycetes argentinienses*, Buenos Aires, 1889 ff., S. 1023. (Zit. nach Hauman-Merck in Zentrabl. f. Bakteriell., Parasitenk. u. Infektionskrankh., Abt. 2 Ref. Bd. 43, S. 442. 1915.)

Konidiosporen 12—28 μ lang, 1,5—3 μ breit, zylindrisch, beidendig abgerundet, gerade oder gekrümmt, zuletzt dreifach septiert, immer hyalin.

19. Botrytis cinerea Pers. Dieser auf vielen Gewächsen als fakultativer Parasit weit verbreitete Pilz¹, dessen genauer Zusammenhang mit Sklerotinia (s. d.) bekanntlich immer noch nicht einwandfrei aufgeklärt ist, tritt häufig auch als Flachsschädling auf und stiftet vielleicht größeren Schaden als in weiteren Kreisen bekannt ist. Es ist interessant, daß der Pilz, obschon er im allgemeinen als fakultativer Parasit gilt, der erst durch vorhergehende saprophytische Lebensweise erstarken und infektionstüchtig werden soll, sich doch in allen Entwicklungsstadien des Flachses, vom Samen bis zur totreifen Pflanze, entfaltet und Verluste hervorruft. Dazu kommt, daß wir ihn wegen seines Vorkommens im Erdboden wahrscheinlich als einen der Organismen ansehen müssen, durch die die biologische Bodenmüdigkeit des Leins bewirkt wird. Auf der anderen Seite wieder scheint die Häufigkeit und Stärke seines Auftretens großen Schwankungen unterworfen zu sein: nach meinen Beobachtungen fehlte er auf Flachs in einigen Jahren fast vollständig, in anderen wieder trat er oft und verheerend auf. Das hängt sicherlich von den jeweiligen Witterungsverhältnissen ab, indem sein Wachstum durch große Feuchtigkeit, anhaltend ruhige Luft und ein gewisses Maß von Wärme begünstigt wird (die Keimung erfolgt bei 25° optimal, ist bei 5—12° stark verlangsamt; Frost und Kälte schwächt die Keimkraft oder tötet viele Sporen). Mehrere Male fand ich, daß 20—30 cm hohe Flachsfelder, deren Wachstum durch eine längere vorhergehende Trockenperiode gehemmt war, bei plötzlich einsetzenden feuchtwarmen Wetter durch Botrytis fast vollständig vernichtet wurden. Besonders starke Verluste konnte ich im regenreichen Sommer 1926 in Brandenburg feststellen. Große Teile der Flachsfelder leuchteten schon von weitem in braunroter Farbe („brennender Lein“ der Landwirte), die Stengel waren bis zum untersten Drittel tot und ebenso wie Knospen oder Kapseln total vom Pilz durchwuchert. In meinen eigenen Kulturen wurden viele noch grüne Kapseln und Blüten, auch der kräftigsten Pflanzen, durch direkten Angriff vernichtet (Gefahr der Sameninfektion). Auch infolge Beschädigungen durch Insekten kommt eine Disposition der Flachspflanze in Frage. So fand z. B. Pethybridge (1921, S. 182, 187), daß Felder, die von *Calocoris bipunctatus* schwer gelitten hatten, durch Botrytis stark befallen wurden. Demnach könnte auch der in Deutschland so häufige Erdflöhfraß die Krankheit begünstigen, doch ist mir von derartigen Beobachtungen nichts bekannt geworden.

Schon die Leinsaat ist ziemlich oft mit Botrytis behaftet. So fand z. B. Doyer² bei weißblühendem Holländer von 32 Mustern 28 Muster = 88%, bei russischem Lein von 16 Mustern 2 Muster = 13% befallen; ich fand von 70 verschiedenen Leinsaatproben 21 Muster = 30% befallen. Im allgemeinen ist aber die Zahl der in einer Saatprobe kranken Körper ziemlich gering und bewegt sich in der Regel etwa in den Grenzen von 1—3%; Saaten mit 8 und 11% erkrankten Körnern, wie sie mir gelegentlich begegneten, gehören zu den Seltenheiten. Bei der Keimung kann sich dann der Pilz schnell ausbreiten, das Myzel durchwuchert den ganzen Keimling und bringt ihn zum Verfaulen. Zur Bildung von scharf umgrenzten markierten Flecken kommt es nicht, im Gegensatz zu manchen anderen Keimlingskrankheiten. Nasses Wetter (Westerdijk 1918) begünstigt

¹ Mit *B. cinerea* ist hier die gewöhnliche, polymorphe Art gemeint; ob und inwieweit bei der von mir und anderen Beobachtern gefundenen Erkrankung des Flachses besondere Formen oder Arten in Frage kommen, sei dahingestellt, da es an diesbezüglichen Untersuchungen fehlt.

² Laut brieflicher Mitteilung an mich.

die Krankheit bei der Keimung des Leins, erwachsene Pflanzen werden gleichfalls bei regnerischen Wetter infiziert, scheinen aber erst dem Angriff zu unterliegen, wenn sie durch Trockenperioden geschwächt sind. Das Absterben

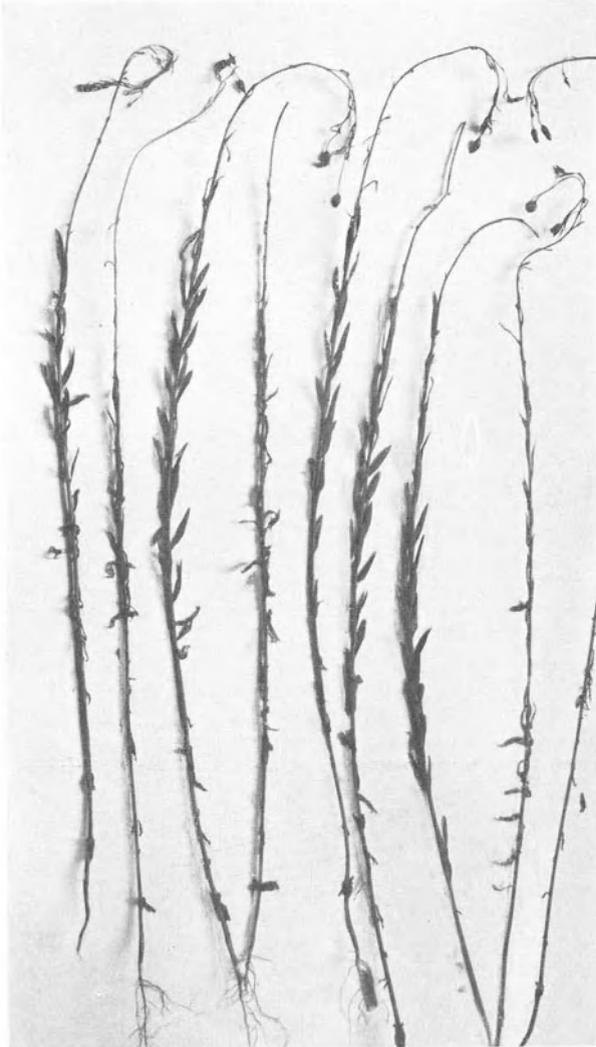


Abb. 47. Flaxspflanzen, von oben her durch Botrytis befallen und absterbend.

geht ziemlich schnell vor sich, die Stengel werden braun und dürr (Abb 47) und sind z. T. mit dem grauen Schimmelrasen besetzt. Hier finden sich dann die Konidien und seltener Sklerotien. Letztere erhält man leichter auf Leinsaat. Infektionsversuche mit aus Reinkulturen gewonnenem Material wurden in Irland erfolgreich ausgeführt (1921, S. 182).

Die Konidienträger sind graugrünlich bis graubräunlich, aufrecht, verzweigt, oben mit halbkugligen Anschwellungen versehen; hier entstehen an sehr feinen Wäzchen die einzelligen, eiförmigen bis elliptischen Konidien. Sie sind fast hyalin oder schwach bräunlich gefärbt und 9—15 μ lang, 6—10 μ dick.

Für die Bekämpfung käme in erster Linie eine Beizung der befallenen Leinsaat in Betracht. Versuche von Schoewers (1923) mit Burgunderbrühe, Kalziumbisulfit, Quecksilberchlorid, Germisan, Uspulun brachten einige Erfolge, verliefen aber im ganzen nicht befriedigend. Besser bewährten sich Trockenbeizen (Uspulun, Germisan), doch wurde eine restlose Vernichtung der Botrytis nicht erzielt. Meine eigenen Versuche mit verschiedenen Trockenbeizen (Schilling 1925 und 1927) sind noch nicht abgeschlossen; es hat fast den Anschein, als ob in Fällen schwerer Erkrankung (Saat bei anhaltend feuchtem Wetter gerentet) das Myzel teilweise schon ins Innere der Saat gedrungen ist, so der Beizwirkung entgeht und später von den Keimblättern aus sich ausbreitet. Den Anbauern ist jedenfalls zu empfehlen, Gesundheitsprüfungen der Saat vorzunehmen, stärker befallene Saat vom Anbau auszuschließen und auf solche Felder, die etwa von der Vorfrucht der botrytisverdächtig sind, keinen Flachs zu säen. In Holland soll neuerdings Germisan-Trockenbeize gut wirken.

20. Fusicladium lini S. An Leinpflanzen, die aus Ardoye in Belgien stammten, fand Sorauer (Zeitschr. f. Pflanzenkrankh. Bd. 5, S. 103. 1895) eine Erkrankung, die im oberen Drittel der 20—25 cm hohen Pflanzen auftrat: sie waren mißfarbig, zusammengefallen und im Absterben begriffen. Auf den abgewelkten Stengelteilen und den vergilbten Blättern fanden sich einzelne ovale, scharf-umrandete, braune härtere Stellen, verursacht durch hervorbrechende dichte Hyphenlager von $\frac{3}{4}$ —1 mm Ausdehnung. Die Hyphen sind dicht gedrängt, kegelförmig, etwas wellig im Verlauf, an der Basis grünlichbraun, nach der Spitze hin farblos, 30 μ lang, 3 μ dick, an der Spitze mit je einer kugligen Anschwellung, die die Konidienanlage vorstellt. Die abgelösten Konidien sind meist oval, farblos, 8 μ lang, 4 μ breit; daneben finden sich 14—16 μ lange von nahezu derselben Breite. Nach Sorauer muß der Pilz als ein *Fusicladium* angesehen werden, und er schlägt dafür als Bezeichnung *F. lini* S. vor.

Eine größere Bedeutung scheint dieser Krankheit nicht zuzukommen, da meines Wissens spätere Mitteilungen über solche Flachserkrankung nicht vorliegen; immerhin läßt das weitverbreitete Vorkommen der *Fusicladien* ein gelegentliches Auftreten als wahrscheinlich erscheinen. Auffällig ist, daß die Spitzen der befallenen Pflanzen z. T. weiterwachsen, was auf einen zeitlich frühen Befall und langsame Ausbreitung der Krankheit schließen läßt. Dabei dürften die Wetterverhältnisse eine entscheidende Rolle spielen.

21. Cladosporium herbarum (Pers.) Link. Dieser weitverbreitete Schwärzepilz (Fungi imperfecti, Hyphomycetes, Dematiaceae) galt früher als harmloser Saprophyt, bis neuere Untersuchungen feststellten, daß er auch als ausgesprochener Schwächeparasit auftreten und, z. B. an Getreide und Erbsen, Schaden stiften kann. Das gilt auch für Flachs. Er kann sich schon als Saprophyt unangenehm bemerkbar machen, indem er reife Pflanzen, die auf dem Felde stehen bleiben, sowie zum Trocknen ausgelegtes oder in Kapellen aufgestelltes Stroh bei feuchtem Wetter befällt und rasch, oft im Verein mit anderen Schwärzepilzen, mit seinen dunklen, braunen bis olivgrünlichen Hyphen und Sporenträgern besiedelt. Derartig schwärzlich verfärbtes „angeregnetes“ Flachsstroh ist gegenüber den normalen gelben Halmen im Werte gemindert. Geht die Entwicklung noch weiter, so wird das Stroh regelrecht „angeröstet“ und die Bastfaser gelockert: der Pilz hat ein sehr starkes Röstvermögen, noch stärker als das von *Rhizopus nigricans* und *Mucor plumbeus*, und muß als der Haupt-

erreger der Tauröste gelten [Ruschmann 1923 (5)]. Als Parasit befällt er gesunden Flachs nicht, wohl aber Leinpflanzen, die irgendwie (durch Trockenheit, Bodeneinflüsse, Lagern, beginnende Reife) in ihrer Widerstandsfähigkeit geschwächt sind. A. Herzog (1918, S. 32) erwähnt zwei solche Fälle, auch ich konnte mehrfach das gleiche feststellen und die Anwesenheit der von ihm verursachten dunklen Flecken bis zum Hechelflachs verfolgen (Schilling 1924). Auch auf Leinsaat — die offenbar feucht geerntet war — fand ich den Pilz sich entwickeln, jedoch konnte ich bisher keine Tötung der Keimlinge beobachten. Das deckt sich mit den Befunden von Janczewski¹.

Die mikroskopische Untersuchung zeigt, daß die Verfärbung des Flachsstrohes verursacht wird von den derben dunkelbraunen Hyphen, die das Rindengewebe durchziehen und von den büschelförmig zusammenstehenden Konidienträgern.



Abb. 48. *Cladosporium herbarum*. Angehäufte Hyphen und Sporen verursachen Mißfärbung des Flachsstrohes.

Letztere zeigen vielfach knorrigte Verbiegungen und sind etwa 30—50 μ lang, doch sehr vielgestaltig² und in der Größe wechselnd. Auch die Konidiosporen sind vielgestaltig, rundlich, oval, ellipsoidisch, oft ein- bis zweizellig, doch auch drei- bis vierzellig, bräunlich bis olivbräunlich, mit feinkörniger bis stacheliger Membran, etwa 5—18 μ lang (Abb. 48). Sie sind weitverbreitet, auf Flachsstroh fand ich sie vielfach, desgl. Ruschmann (1923) und Kletschetow (1925). Einzelne Sporen und Hyphenabschnitte können ferner ihre Wände stark verdicken und so als Dauerform dienen. — Auf die Frage der zugehörigen Schlauchfruchtform kann hier nicht eingegangen werden; nach Janczewskis ausführlicher Untersuchung gehört *Mycosphaerella Tulasnei* hierher, von anderen wurde *Pleospora*, *Dematium pullulans* und *Leptosphaeria* angegeben³. — Daß nur *Cl. herbarum* für Flachs in Betracht kommt, ist unwahrscheinlich, vielmehr dürften bei genaueren Untersuchungen weitere Arten (z. B. *Cl. fuscum*

Link, *Cl. epiphyllum* Pers.) gefunden werden. — Über die Rolle, die *Cl. herbarum* bei der Entwertung des Schwungflachs spielt vgl. Ruschmann [1923 (2)].

Aus der nahe verwandten Gattung *Clasterosporium* kommt *Cl. lini* auf Flachswurzeln in Holland vor, dürfte aber nur ein harmloser Saprophyt sein. Konidiosporen 35—40 μ lang, 10—12 μ breit, mit 1—5, meist 4 Scheidewänden, hellbraun.

20. *Helminthosporium spec.* Auf bayerischen Leinsaatn fand Gentner (1923, S. 282) einen zur Gattung *Helminthosporium* gehörigen Pilz, dessen

¹ Janczewski: Recherches sur le *Cl. herbarum* et ses compagnons habituels sur les céréales. Bull. de l'acad. des sciences Cracovie, Juni 1894.

² Als besonderer, baumförmiger Typus wird z. B. *Hormodendron cladosporioides* Sacc. beschrieben.

³ Wichtig für die Krankheitsbilder und Formenabgrenzung der Schwärzepilze ist die Arbeit von Bolle, P. C.: Die durch Schwärzepilze (*Phaeodictyae*) erzeugten Pflanzenkrankheiten. Meedel. Phytopath. Labor. Willie Commelin Scholten, Baarn, Bd. 7. Amsterdam 1924.

Myzel die Samen im Keimbett dicht zu überziehen vermag, und der vielleicht als Schädling der Leinpflanze anzusehen ist. Er schlägt dafür den Namen *Helminthosporium lini* vor. Nach seinen Angaben sind die Konidien länglich, in der Mitte oder im oberen Teil am breitesten, öfter schwach halbmondförmig gekrümmt, olivschwarz, mit 4—8, meist 7—8 Querwänden, im Durchschnitt $95,4 \mu$ lang und $19,3 \mu$ breit. Sie sitzen einzeln oder meist zu zwei bis drei an der Spitze der Konidenträger, die schwärzlich gefärbt, septiert, aufrecht, unverzweigt, oft an der Spitze knieig gebogen, $7-8 \mu$ dick sind.

23. Alternaria. Eine noch nicht näher bestimmte *Alternaria* findet sich nicht selten auf Flachsstengeln und Leinsaat und legt deshalb den Verdacht auf Schädigung nahe. Gentner (1923) fand sie sehr häufig auf bayrischen Leinsaaten, deren Keimfähigkeit dadurch leiden soll, und Kletschetow (1925) rechnet *Alternaria* zu den pathogenen Pilzen, die die biologische Bodenmüdigkeit des Leins verursachen. Ich fand den Pilz in Form von dunklen samtartigen Rasen solche Flachsstengel bedeckend, die durch Lagern oder Dürre geschwächt waren und dann bei feuchtem Wetter ein leichtes Angriffsziel boten (Schwächeparasit?), ferner aber auch auf jungen Keimlingswurzeln, die dann abstarben. Eine nähere Untersuchung des Pilzes erscheint demnach angebracht. Möglicherweise handelt es sich hier um eine der beiden häufigen und weit verbreiteten Arten *Alternaria brassicae* (Berk.) Sacc. und *A. tenuis* Nees. Die zu den *Phaeodictyae* gehörigen Pilze entwickeln ein dunkelfarbiges oder helleres Myzel mit kurzen, septierten, meist unverzweigten Konidenträgern. Die Konidien sind umgekehrt keulenförmig, dunkelfarbig olivgrün bis braunschwarzlich, mauerförmig septiert und stehen in Ketten reihenförmig übereinander. Größe für *A. brassicae* $60-140 \mu$ lang und $14-18 \mu$ breit; für *A. tenuis* $30-36 \mu$ lang und $14-15 \mu$ breit.

24. Macrosporium spec. Anschließend an *Alternaria* sei kurz darauf hingewiesen, daß wahrscheinlich in der gleichen Weise auch eine noch nicht näher bestimmte Art der sehr nahe verwandten Gattung *Macrosporium* Fries auftreten kann. Die beiden Pilze sind einander sehr ähnlich, jedoch sind bei *Macrosporium* die Sporen in der Regel einzeln endständig, nicht in Kettenreihen wie bei *Alternaria*, an den büschelig gehäuften, aufrechten, septierten Konidenträgern zu finden. Nach Kletschetow (1925) kommt *M. commune* Rabh.; es gehört als Konidienform zu *Pleospora herbarum* (Pers.) Rabh. (s. d.), welche letztere einer der auf Flachs vorkommenden Schwärzepilze ist. *M. commune* bildet braune bis schwarzbraune Rasen, die Konidien sind eiförmig, mit 3—5 Querwänden und einigen schiefen Längswänden, $18-36 \mu$ lang, $8-14 \mu$ dick, olivbraun, mit fein granulierter Membran.

25. Fusarium lini Boll. Von allen Pilzen, die den Flachs befallen, ist *F. lini* unzweifelhaft derjenige, der den größten Schaden stiftet. Wenn Valgreen (1922) angibt, daß im Durchschnitt der Jahre 1910—1919 der jährliche, nur von pflanzlichen Parasiten verursachte Verlust für Flachs in U. S. A. mit 1,17 Millionen Dollar zu beziffern ist, so dürfte *F. lini* der Hauptbeteiligte daran sein. Nicht in Zahlen zu schätzen ist der indirekte Schaden, den der Pilz allein dadurch verursacht, daß er dort den Flachsbau nötigt den einmal bestellten Flachsacker aufzugeben und mit der Flachskultur von Jahr zu Jahr weiter westwärts zu wandern; der Versuch Flachs hintereinander zu bauen, führt unweigerlich zu Mißernten, ja völligen Verlusten der Saat. Auch in Japan, wo die Flachswelke bereits 1892 von K. Miyabe entdeckt wurde, ist er ein wichtiger Schädling (Tochinai 1919), und ebenso wurde sein Vorkommen 1920/21 in allen Flachsbaubezirken von Kenya (Ostafrika) beobachtet. In anderen Ländern hört man von diesem Pilz weniger oder gar nicht. In Irland z. B. kommt er zwar vor (Pethy-

bridge 1921), spielt aber praktisch keine Rolle; das gleiche dürfte vielleicht für Belgien und Holland¹ gelten. Für den russischen Flachsbaue ist er von größerer Bedeutung (Zybin 1926), er findet sich dort in flachsmüden Böden vor (Kletschetow 1925) und konnte von mir auf russischen Originalsaaten nachgewiesen werden. In Deutschland galt er bisher offenbar als nicht vorhanden; wenigstens finden sich in der Fachliteratur keine Angaben außer zwei neutral gehaltene Mitteilungen bei Kirchner (1906, S. 323) und Kuhnert (1920, S. 62), und noch 1918 schrieb ein so guter Kenner des deutschen Flachbaues wie A. Herzog (1918, S. 33), daß er den Pilz niemals beobachtet habe. Demgegenüber habe ich in den letzten Jahren schriftlich und mündlich die Flachs-



Abb. 49. Junge Flachskeimlinge von Fusarium befallen.

interessanten immer wieder darauf hingewiesen, daß wir den Pilz auch bei uns in Deutschland haben und daß seine genaue Beobachtung nötig ist, um vor eventuellen großen Schäden gesichert zu sein. Gentner (1923, S. 280) fand *Fusarium* ziemlich häufig auf bayrischen Leinsaaten, ich auf schlesischen, brandenburgischen, westfälischen und russischen Saatproben². Auf Grund meiner fortgesetzten Beobachtungen habe ich den Eindruck gewonnen, daß *Fusarium* sich bei uns von Jahr zu Jahr mehr ausbreitet; 1925 mußte ich erleben,

¹ Über einen Fall in Holland vgl. Ritzema Bos in Tijdschr. over Plantenziekten. 1924, S. 95.

² Die deutsche Leinsamenernte 1926 ist, soweit ich bis jetzt sehen kann, z. T. stark fusariumkrank!

daß ein ganzes Feld, das ich selbst mit der gesunden Saat eines eigenen Zuchtstammes zwecks Vermehrung bestellt hatte, durch *Fusarium* fast restlos vernichtet wurde, und auch sonst wurden mir, besonders aus Schlesien, fusariumkranke Flächse in allen Stadien eingeschickt, ebenso fand ich eine ganze Reihe eingesandter deutscher Leinsaatproben, auch Züchtungen, befallen. Wenn auch zu hoffen ist, daß der Pilz in der Regel nur unter besonders günstigen Bedingungen (vgl. weiter unten) bei uns epidemisch auftritt, so halte ich doch gerade seine eingehende Beobachtung und Abwehr für dringend notwendig; denn wenn er sich erst einmal über die flachsbauenden Bezirke ausgebreitet hat, ist seine Bekämp-



Abb. 50. Fusariumkranke Flachspflanzen, oberer Teil welkend.

fung sehr schwierig. Amerika (vgl. Tisdale [1916] und Bolley [1926]) und Japan (laut mündlicher Mitteilung) machen neuerdings große Anstrengungen, um fusariumfeste Flachsstämme heranzuzüchten.

Die vom Pilz verursachte Krankheit wird in Nordamerika als „flaxwilt“, „Flachswelke“ bezeichnet, die kranken Böden als „flax sick soil“¹. Die jungen Keimpflanzen welken und vertrocknen oder verfaulen bei nassem Wetter sehr bald (Abb. 49) und kippen an der Stengelbasis um (Fußkrankheit!). In stark infizierten Böden, ferner bei zu tiefer Saat, werden die meisten Keimlinge überhaupt schon getötet, bevor sie die Erde durchbrechen können. Von solchen Fehlstellen, die gewissermaßen Krankheitszentren vorstellen, kann sich während der ganzen Vegetationsperiode ringsum die Ansteckung besonders stark ausbreiten. Auch ältere Pflanzen erliegen dem Angriff; sie bekommen ein gelbliches, schlaffes, kränkliches Aussehen (Abb. 50), welken dann meist von oben her, werden schließlich braun, vertrocknen und sterben ab (Typische Welkekrankheit!). Ganz

¹ Über „flachsmüde“ Böden vgl. vorne S. 134.

alte, der Reife nahe Pflanzen fallen dadurch auf, daß sie sich sehr leicht ausziehen lassen: die Wurzel ist befallen und bricht leicht durch.

Die genauere Prüfung zeigt, daß eigentlich alle Teile von Pflanzen jeden Alters befallen werden können. Der Hauptschaden wird angerichtet durch die



Abb. 51. Untere Teile von Flachsstengeln, befallen durch *Fusarium*. Man beachte die schorfartige Ablösung der Rinde.

Zerstörung in den Wurzeln (Abb. 51) und Stengeln, indem dadurch die Wasserversorgung behindert und das Welken hervorgerufen wird. Die Hauptwurzel nimmt oft eine charakteristische aschgraue Färbung an, während an jungen Keimlingen rötlichbraune Stellen auftreten können. In einem von mir beobachtetem

Fall trat die Krankheit (äußerlich sichtbar) ganz plötzlich kurz vor der Reife auf; die Pflanzen bildeten noch Kapseln, jedoch waren die Samen sämtlich verkümmert, das Stroh braun und dürr, die Faser ohne Festigkeit und sehr brüchig, die Kapseln und ihre Stiele mit den lachsfarbenen Sporenhäufchen reichlich bedeckt¹, und bei Kultur in feuchten Kammern trat auch auf den Hauptstengeln das Myzel in dicken weißen, watteähnlichen Flocken und Schichten hervor.

Über den Verlauf der Infektion sind wir durch Tisdale (1916), über Morphologie und Stellung des Pilzes durch Bolley (1901) genau unterrichtet. Danach handelt es sich unzweifelhaft um ein *Fusarium*^{2, 3}. Die Konidiosporen (vgl. Abb. 52) sind langgestreckt-fadenförmig, schwach sichelartig gekrümmt, mit spitzen Enden, meist drei Querwänden, und 27—38 μ lang, 3—3,5 μ breit. In größeren Anhäufungen erscheinen sie schwach lachsfarben bis fleischfarben. Sie entstehen in dichten Sporenlagern, die durch die Epidermis durchbrechen und etwas über die Oberfläche des Flachsstengels usw. hervorragen, in der Regel viele nebeneinander. Die Sporenträger sind ziemlich kurz. Die Konidien können auch, besonders in Kulturen auf künstlichen Nährböden, nicht in besonderen Lagern, sondern an weniger differenzierten Stromateilen und Einzelhyphen gebildet werden. Außer den typischen Konidien finden sich noch dickwandige Chlamydosporen⁴, die direkt aus Myzelfäden hervorgehen, und Tisdale stellte in den Holzgeweben kranker Flachspflanzen Mikrosporen fest, die kurz und fast oval, jedenfalls ganz anders als die typischen Konidiosporen geformt sind. Nach Bolley entstehen auf künstlichen Nährböden ein-, zwei- und vierzellige Konidien in großen Mengen, besonders auf schwach saurem

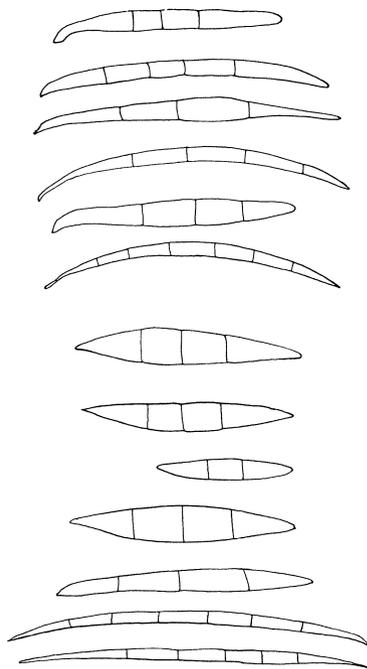


Abb. 52. *Fusarium*. Verschiedene in Sorau gefundene Sporenformen.

¹ Im feuchten Sommer 1926 an Samenflächsen eigener Züchtung wieder sehr stark sichtbar.

² Dies ist auch durch die Befunde der Irländer (1921) sichergestellt, so daß Bedenken gegen Bolleys Darstellung nicht angebracht sind.

³ Bei der Wichtigkeit des Pilzes sei im folgenden die Originalbeschreibung von Bolley (1901, S. 37/38) wiedergegeben. *Fusarium lini* nov. spec. Vegetative hyphae, light colored, 0,7—3 μ in diameter, septate, branching irregularly, ramifying the tissue of the stems and roots of the host. Spore beds (Sporodochia) erumpent, compact, slightly raised, distinct but closely grouped upon the stems, pale cream to flesh colored. Sporophores rather short and closely branched, or conidia sometimes arising from wart-like or nearly sessile prominences upon a compact stromatic base. Conidia normally four-celled, fusiform, slightly curved or falcate, copiously produced in a bud-like manner from the stroma and from short branches of the sporophores, 27 \times 3 μ to 38 \times 3,5 μ . Living in the humus of the soil, able to attack the flax plant, producing the disease known as „flax wilt“, and causing the soil condition long described as „flax sick soil“.

⁴ Auch von Tochinai (1919) in alten Reinkulturen beobachtet.

Pepton-Agar entwickelt sich der Pilz gut. Die Keimung der typischen Konidiosporen erfolgt an einem oder beiden Enden, auch seitlich, und es kommt dabei zu eigenartigen Verschmelzungen der einander begegnenden Hyphen, auch können sofort sekundäre Sporen gebildet werden. Das Myzel besteht aus weißlichen hellen Hyphen, die 3—7 μ breit, septiert und verzweigt sind. Besonders in Reinkulturen tritt die schneeweiße, watteähnliche Ausbildung sehr schön hervor.

Die Infektion geschieht nach Tisdale nun so, daß das Myzel durch Wurzelhaare, junge Epidermiszellen, Spaltöffnungen der Keimlinge und vielleicht auch durch zufällige Wunden einzudringen vermag (Abb. 53) und in den inneren Geweben sich rasch ausbreitet. Die Hyphen können den ganzen Stengel durchziehen

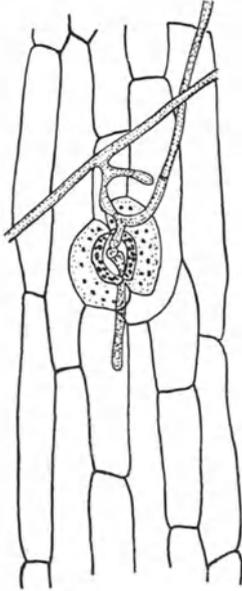


Abb. 53. *Fusarium lini*, durch eine Spaltöffnung in Flachs eindringend. Nach Tisdale.

und wandern bis in den Holzzylinder hinein. Auch das Innere von fast reifen Kapseln fand ich total befallen und zerstört. Es ist interessant, daß nach Tisdale der Pilz in fusariumfeste Sorten zwar anfänglich eindringen kann, dann aber nicht weiter gelangt¹, so daß die Pflanze leben bleibt. Sehr wichtig ist, daß außer dem Erdboden und Flachspflanzen auch die Leinsaart selbst den Pilz beherbergen kann; damit ist eine weitere Quelle zur Ausbreitung der Krankheit gegeben. Vielfach fallen solche kranken Körner schon dem bloßen Auge auf: sie sind oft nicht ausgereift, verschrunpelt und verkümmert, manchmal auch rötlich oder grauweiß verfärbt. Das Mikroskop zeigt dann, daß das Myzel die Samen zerstört hat und daß die typischen Konidiosporen reichlich vorhanden sind. Wären nur diese in der Regel flachbleibenden Körner krank, so böte eine tadellose Reinigung der Saat einige Aussicht auf Abwehr der Krankheit; jedoch können auch äußerlich anscheinend gesunde, volle Körner infiziert sein. Besonders wenn feuchtes Wetter bei der Ernte oder Entsamung herrscht, bleiben die herumgewirbelten Sporen leicht auf der Schleimschicht der Samen kleben. — Zur Physiologie und Biologie des Parasiten kann hier kurz nur noch folgendes bemerkt werden: Wachstum erfolgt (Tisdale 1916, Reinkulturen) zwischen 10—37°, das Optimum liegt bei 26—28° C. Die kritische Temperatur für die Infektion ist um 15°: schon bei 19—21° erfolgt prompt Infektion und Welken des Flachses, bei Tempera-

turen unter 13° keine Infektion, der Flachs bleibt gesund. Außerdem ist für die Infektion ein gewisses Maß von Feuchtigkeit erforderlich. Demnach ist ein epidemisches Auftreten von bestimmten äußeren, klimatischen Bedingungen abhängig, und hieraus dürfte sich erklären, warum größere Fusariumschäden in manchen Ländern zu fehlen scheinen oder doch nur gelegentlich auftreten. Tochinai (1920) fand für das Wachstum auf künstlichen Nährböden fast dieselben Zahlen: Minimum bei 10—12°, Optimum bei 30°, Maximum bei 36—37° C. Zweistündige feuchte Hitze von 50° vernichtet die Keimfähigkeit der Konidien, doch genügt für die Clamydosporen dreistündige feuchte Hitze von 60° nicht zur Abtötung. Kälte von — 21° vermindert die Lebenskraft des Pilzes nicht. Sein Stoffwechsel wurde von Willaman, Morrow und Anderson

¹ Das Gewebe reagiert mit Zellteilungen und Korkbildung, enthält vielleicht auch pilzschädliche Stoffe. Doch ist die Infektion ziemlich weitgehend von den äußeren Bedingungen abhängig.

(1925) untersucht; als Hauptprodukte werden Kohlensäure und Alkohol, daneben organische Säuren angegeben. Vgl. ferner Reynolds 1924.

Die Bekämpfung des Parasiten ist ein wichtiges Problem, das größte Aufmerksamkeit verdient. Das gilt auch für Deutschland, wo die Sache bis jetzt aber leider so liegt, daß die interessierten Stellen entweder den Pilz überhaupt nicht kennen (obwohl er von Jahr zu Jahr tatsächlich steigende Verluste verursacht) oder seine Bedeutung übersehen. Wenn hierin keine Wandlung eintritt, so wird sich meines Erachtens diese Gleichgültigkeit sehr zum Nachteil des Flachsaues und der Faserqualität auswirken!

Ein gangbarer Weg besteht in der zielbewußten Züchtung immuner Sorten und in der Ausschließung aller derjenigen Sorten vom Anbau, die anfällig sind. Am weitesten dürfte hierin die amerikanische Züchtung fortgeschritten sein. Nach H. L. Bolley (North Dakota)¹ bestehen bereits jetzt 30—40 % des im Staate angebauten Leins aus resistenten Sorten, und es wird erhofft, daß es gelingen wird, durch ausschließlichen Anbau nur immuner Sorten die Welkekrankheit praktisch auszumerzen. Die Sorte N. D. R. 119 (Buda) z. B. ist gleichzeitig resistent gegen Fusarium und Rost; über den Zusammenhang mit Frostbeständigkeit ist bereits vorn, S. 116, gesprochen worden. Bolley gibt an, daß fusariumfeste und anfällige Sorten Globuline enthalten, die serologisch voneinander verschieden sind². Von den deutschen Faserflachszüchtungen, die auf dem Markte sind, ist nach meinen Befunden bisher keine resistent; sie können alle bösaartig angefallen werden, und vielleicht sind lokale Mißerfolge dieser Stämme z. T. auf diese Anfälligkeit zurückzuführen. Auch in Japan verfolgt man die Züchtung; so wird z. B. Prof. Minamis „Wilt resistant variety“ als erfolgreich angegeben. Meine eigenen Versuche — Anbau reiner Linien auf Boden, der acht Jahre hintereinander Flachs trug und stark mit Fusarium verseucht ist — sind noch nicht abgeschlossen; sie zeigen aber deutlich eine sehr verschiedene Anfälligkeit in den einzelnen Linien.

Solange wir in Deutschland über keine resistenten Züchtungen verfügen, sollte wenigstens eine Forderung erfüllt werden: kranke Saat ist ohne Rücksicht darauf ob Züchtung oder Herkunft, durchaus vom Anbau auszuschließen! Sorgfältigste Reinigung und Gesundheitsprüfung der Saat ist dringend nötig!

Ein weiterer Weg wäre die Beizung der Saat. In Nordamerika wird feines Übersprühen der Leinsaat mit wäßrigen verdünnten Formaldehydlösungen und nachfolgendes kräftiges Umschaukeln empfohlen (Bolley [1910], Bolley und Wilson [1913]), doch haften diesem Verfahren noch mancherlei Nachteile an (unsichere Wirkung, Keimschädigung des Leins bei unrichtiger Konzentration). Bequemer zu handhaben sind unsere modernen Trockenbeizen, wie z. B. Uspulun, Germisan, Höchst, Agfa usw., die sich bei der Bekämpfung von anderen Leinsaatpilzen zum Teil bewährt haben (Schilling 1925 und 1927); es ist hier aber zu bedenken, daß bei schwerem Befall der Saat, wenn das Myzel im Innern des Korns sitzt, die Beizung keinen vollständigen Schutz gewähren kann, da der Pilz erhalten bleibt. Bei der großen Sporenproduktion können dann bei günstigem Wetter wenige kranke Keimlinge ein ganzes Feld anstecken, zum mindesten wird der Erdboden infiziert.

Weiterhin liegt es nahe, an eine Desinfektion des kranken Bodens zu denken; ob ein solches Verfahren praktisch in Betracht kommt, ist noch zweifelhaft (Kostenfrage?). Bolley gibt neuerdings an, daß mit 100—250 lb Kalziumzyanamid pro acre vielversprechende Resultate erzielt seien. Ich selbst hatte

¹ North Dakota Agric. Exper. Stat. Bull. Bd. 194. S. 39—50. 1926,

² Die Arbeit von H. D. Barker (1923) konnte ich bisher noch nicht einsehen.

eine Reihe anderer Desinfektionsmittel probiert, ohne Erfolg zu haben; die Versuche werden weiter fortgesetzt. Ließe sich ein billiges und praktisch wirksames Mittel finden, so wäre das sehr erwünscht (vgl. auch das über die „Bodenmüdigkeit“ Gesagte, S. 136).

Interessant ist es, daß es Ch. L. Porter (1924) gelang, mit Hilfe eines (nicht näher bestimmten) Bakteriums Flachskeimlinge gegen Fusariumbefall zu schützen.

Eine eingehende Untersuchung verdient die Frage, ob in allen Ländern wirklich ein und dasselbe Fusarium allein Schaden stiftet. Nach den neuesten Mitteilungen von Broadfoot und Stakman (1926) zerfällt die Art *F. lini* Bolley selbst in eine Reihe physiologisch differenzierter Formen, die sich morphologisch nicht trennen lassen; von den unterschiedenen acht Formen unterscheiden sich sechs sehr stark durch ihre verschiedene Wirksamkeit, zwei weitere sind sich darin ungefähr gleich, nur daß die eine davon stets auf allen künstlich infizierten Flächsen das Chlorophyll der Keimblätter zerstört. Darüber hinaus wäre weiterhin bei der großen Vielgestaltigkeit der Gattung und bei der weiten Verbreitung der zahlreichen Formen das Vorkommen von verschiedenen Arten auf Flachs nicht verwunderlich. Wollenweber (Ber. dtsh. Bot. Ges. Bd. 35, S. 739. 1917) fand z. B. *Fusarium herbarum* (Cda.) Fr. außer auf vielen anderen Pflanzen auch auf Flachs; die Konidiosporen sind meist fünffach septiert, messen $48-56:4-4,5 \mu$, daneben auch dreifach septiert, $35-45:5-4,25 \mu$, die sehr seltenen bläulichen Sklerotien messen $40-80 \mu$. Westerdijk (1918) sagt, daß sie Bolleys *Fusariumwelke* nicht, wohl aber in Friesland eine *Fusariumerkrankung* gefunden habe, die noch untersucht würde. Die von Gentner auf bayrischen Leinsaaten gefundene Form paßt der Größe nach zu *F. lini* Boll., hat jedoch nicht drei, sondern fünf bis acht, meist fünf Querwände. Die gleiche Form fand auch ich auf vielen Saatproben, ferner aber eine Form mit längeren schmälere Sporen, die $45-48 \mu:2,4-2,8 \mu$ messen und selten eine weitere, deren Myzel sich durch kräftige Violettfärbung auszeichnet (Ernährungseinfluß?). Nach Wollenweber¹ tritt ferner *F. culmorum* gleichfalls auf Flachs auf.

26. Rhizoctonia DC. Im östlichen Teil von Nord-Dakota tritt eine verheerende Krankheit auf, als deren Erreger Brentzel (1923) eine *Rhizoctonia*-Art angibt. Auf den Feldern finden sich scharf begrenzte kranke Partien, die eine Ausdehnung von wenigen Fuß bis zu über ein Acre haben können. In diesen kranken Bezirken ist jede Flachspflanze vom Pilz infiziert. Zuerst erscheinen an der Wurzel nahe der Erdoberfläche kleine braune Stellen, dann werden sie größer und zeigen sich auch weiter abwärts an der Wurzel und aufwärts am Hypokotyl und Keimblättern, wobei sie eine Länge von 1—5 cm erlangen können. Der Pilz zerstört die Rinde und kann bis ins Mark des Stengels eindringen. Schließlich wird die ganze Rinde trocken und morsch und zerfällt. Die Pflanzen welken und sterben frühzeitig ab; das Aussehen der Felder erinnert dann an die durch *Fusarium lini* verursachte „Wilt-Krankheit“. — Künstliche Infektion auf gesunden Flachs gelingt; in Reinkulturen liegt für das Myzelwachstum das Optimum bei 26°, das Minimum bei 13°, das Maximum bei 35°.

Eine ähnliche Krankheit beobachtete ich 1924 und 1925 an Flachs in unseren Versuchsfeldern, wo sie wahrscheinlich von benachbarten Klee- und Lupinenfeldern ihren Ausgang genommen hatte. Solche Feldstücke, die 1924 erkrankten Flachs trugen, wurden 1925 mit Lupinen bestellt: der Erfolg war, daß die Lupinen außerordentlich schwer erkrankten und vollständig vernichtet wurden. Ob es sich etwa um *Rhizoctonia medicaginis* DC. handelte und ob ein Zusammenhang mit *Leptosphaeria circinans* Sacc. bestand, konnte nicht festgestellt werden.

¹ Mündliche Mitteilung.

27. Cuscuta Epilinum Weihe, Flachsseide. In der Flachsseide (engl. flax dodder, franz. Cuscute de lin) haben wir einen allgemein bekannten Parasiten des Leins vor uns, von dem man sagen kann, daß er sich — im Gegensatz zu den vielen pilzlichen und tierischen Parasiten — durch Abwehrmaßnahmen wirklich ganz beseitigen läßt. Dementsprechend ist der von ihm angerichtete Schaden gegen früher im allgemeinen stark vermindert, größtenteils sogar völlig ausgeschaltet. Wenn gleichwohl doch immer noch Verluste durch Seidenbefall auftreten, so liegt der Grund darin, daß entweder die Reinigung des verwendeten Saatgutes oder die Pflege auf dem Felde unzureichend war. Was das Saatgut¹ betrifft, so galten und gelten z. T. heute noch besonders die über Riga ausgeführten Saaten als seidehaltig, was man darauf zurückführt, daß hier z. T. Vermischungen mit seidereichen südrussischen Saaten vorliegen. Nachdem jedoch in fast allen flachsbauenden Ländern die Züchtung des Leins in Angriff genommen ist und Zuchtsaat schon in beträchtlichen Mengen verwendet wird, spielt die Seidegefahr keine so große Rolle mehr, da an die Originalsaaten bekanntlich betreffs Reinheit schärfste Anforderungen gestellt werden. In Deutschland hat auch die von den

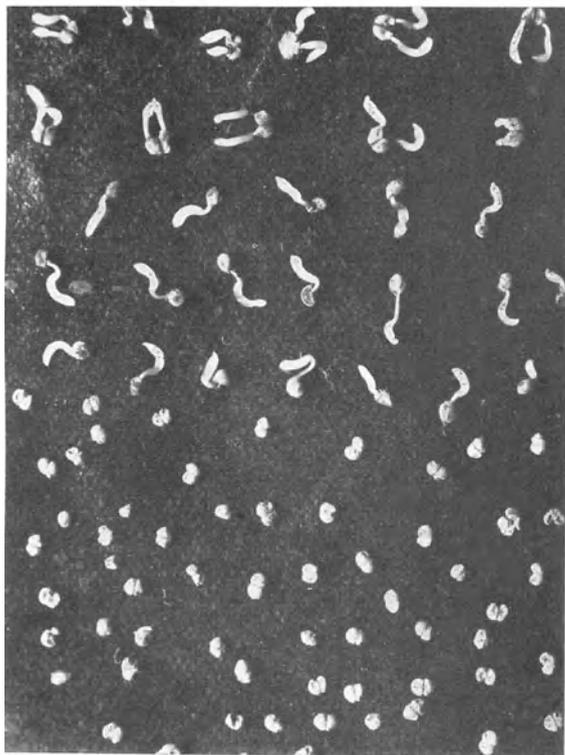


Abb. 54. Samen der Leinseide. In der oberen Bildhälfte Keimungsstadien. Man beachte die Doppelkörner.

Röstanstalten ausgeübte fortschreitende Saatreinigung sehr segensreich gewirkt. Anders ist es dort, wo in kleineren bäuerlichen Betrieben Jahr für Jahr eigener Nachbau betrieben wird; hier kann die ungenügende Reinigung in der Tat zu erheblichem Seidebefall führen. Auch die Pflege des Feldes läßt hier ja, im Gegensatz zu den Großbauern, manchmal noch sehr zu wünschen übrig. So fand ich z. B. noch 1926 in Brandenburg Felder, die vollständig verseidet waren. Interessant sind auch die Feststellungen, die Gentner (1923) im bayrischen Flachsbaue machte. Von 827 im Jahre 1921 untersuchten Leinsaatproben waren 188 = 22,8% ver-

¹ Über das Vorkommen von Seide in Leinsaatproben verschiedener Provenienzen vgl. im Abschnitt Unkräuter, S. 196.

seidet; in je 100 g Leinsaat waren enthalten 1—2 Korn Seide in 12 Proben, 3—100 Korn in 116 Proben, 100—1000 Korn in 50 Proben, 1000—3810 Korn in 10 Proben! Bei einer Aussaat von $\frac{1}{2}$ Zentner Leinsaat auf $\frac{1}{2}$ Tagwerk erntete 1921 ein Gutsbesitzer 5 Zentner Strohfachs, 30 Pfund Leinsamen und 35—40 Pfund Seidesamen¹. Diese erschreckenden Beispiele sind glücklicherweise Ausnahmen; sie sind beschränkt auf solche Anbaugebiete, wo eine hinreichende Saatreinigung unterblieb, sie gelten nicht für andere Bezirke. So gehört z. B. ein Vorkommen von Seide in den zahlreichen Saatproben, die ich in den letzten Jahren aus Schlesien, Brandenburg, Sachsen, Westfalen usw. untersuchte, zu den seltensten Ausnahmen. Die Forderung, daß eine Leinsaatprobe gänzlich frei von Seide sein muß, ist durchaus berechtigt, sie läßt sich auch erfüllen.

Cuscuta Epilinum — insgesamt kommen in Deutschland fünf verschiedene *Cuscuta*-Arten vor — besitzt Samen von grünlicher bis graubräunlicher Färbung und deutlich grubiger Oberfläche. Sie werden gebildet in Früchten, die im Reifezustand trockene, quer aufspringende Kapseln vorstellen. Als Größe der Samenkörner wird meist 0,9—1,2 mm angegeben²; genauere Messungen führte A. Herzog (1918) aus und fand:

	Max.	Mittel	Min.
Länge	1,80	1,59	1,34
Breite	1,66	1,27	0,70
Dicke	1,18	1,01	0,71

Die Form ist oval, häufig stumpfkantig, kuglig, auch etwas abgeplattet (Abb. 54). Die Unregelmäßigkeiten hängen davon ab, wieviel Samen in den vier Samenknospen zur Entwicklung kommen. Normalerweise sind das vier, die sich dann gegenseitig zu stumpf-dreikantiger Form abplatten; bleiben aber von den Ovula ein oder mehrere in der Entwicklung zurück, so werden die restlichen Körner desto größer; kommt nur ein Korn zur Ausbildung, so wird es eiförmig und doppelt so groß als die normalen Samen. Es ist ferner häufig, daß zwei Körner paarweise verklebt bleiben³. Größe, Form und Gewicht können demnach wechseln, was bei der Saatreinigung zu beachten ist. Als Gewicht wird etwa 0,65 g pro 1000 Korn angegeben; demnach enthält 1 kg Saat etwa $1\frac{1}{2}$ Millionen Körner. Für Doppelkörner fand ich ein Tausendkorngewicht von 1,26 g.

Bei der Keimung⁴ (s. Abb. 54) quellen die Körner auf etwa die doppelte Größe heran; nach etwa 5—8 Tagen tritt das keulenförmig gestaltete Wurzelende des Keimlings hervor, dann entfaltet sich der im Innern als zusammengerollte Spirale liegende blattlose Embryo. Er entwickelt sich rasch zu einem fadenförmigen Stengelgebilde, das kreisende Bewegungen (Nutationen) ausführt. Da die Seide als echter Parasit kein Chlorophyll besitzt, ist sie nach dem Verbrauch der Reservestoffe ihres eigenen Samens gezwungen, durch Anschluß an eine Wirtspflanze sich organische Nahrung zu verschaffen; gelingt ihr dies nicht, so geht sie zu Grunde. Wird eine Flachspflanze erreicht, so wird ihr Stengel von den Fäden des Schmarotzers eng umwunden, der ihr dann durch warzenähnlich hervortretende Saugorgane, die Haustorien, die nötige Nahrung entzieht. Die Keim-

¹ Da etwa $1\frac{1}{2}$ Millionen Seidesamen auf 1 kg gehen, wären bei 40 Pfd. rund 30 Millionen Seidesamen geerntet!

² Harz: Landw. Samenkunde Bd. 2, S. 763. Berlin 1885.

³ Nach Gentner (1923) sind die Doppelkörner vielleicht auf eine ungewollte Selektion bei der Absiebung des Leins im Laufe der Jahrhunderte zurückzuführen.

⁴ Eine eingehende Schilderung des ganzen Entwicklungsganges gab Koch (1880).

wurzel stirbt meist schon nach zwei Tagen nach der Keimung ab, doch kann der Parasit, wenn er bis dahin noch keine Nährpflanze gefunden hat, noch einige Zeit weiter wachsen auf Kosten seines unteren Stengelteils, der dabei abstirbt. Die



Abb. 55. Flachsseide, blühend, auf Flachsstengeln.

Haustorien durchbrechen die Epidermis des Leinstengels, dringen in das Rindenparenchym ein und wachsen bis zum Kambium; die dickwandigen Bastfaserzellen werden nicht durchwachsen, sondern umgangen oder aus ihrem Verbands gesprengt. Ist die Seide nach der Haustorienbildung durch Nährstoffbezug hinreichend gekräftigt, so wächst der Stengelfaden weiter, Adventivprosse

werden gebildet, reiche Verzweigung setzt ein, die Fäden ergreifen benachbarte Leinpflanzen (Abb. 55). Schließlich kann es zur Bildung der umfangreichen „Nester“ im Felde kommen, wo viele Leinpflanzen durch die Seidefäden unentwirrbar miteinander verfilzt sind. Wichtig ist auch, daß selbst Teilstücke der Seide weiter leben können, falls ihnen nur der Ausschluß an die lebende Flachspflanze gelingt: diese ungeschlechtliche Vermehrung¹, begünstigt von Wind und Wetter, fördert die Ausbreitung im Felde. Von einer einzigen Befallsstelle im Felde kann sich demnach der Schmarotzer stark ausdehnen. Gentner (1923) gibt die Länge ausgewachsener Seidesprosse mit 1 m und darüber an. Ungefähr gleichzeitig mit dem Flachs blüht auch die Seide, bei ungenügender Ernährung auch früher. Die Blüten entstehen in Knäueln an den Stammteilen des Parasiten (Abb. 29); sie sind fünfzählig, unseheinbar, weißlich-blaß gefärbt. Die Samenreife kann schon etwa 14 Tage nach Blütebeginn einsetzen.

Der Schaden, den die Flachsseide bei kräftigem Befall anrichtet, kann sehr erheblich sein. Der Flachs wird durch das Aussaugen stark geschwächt und kann sogar 3—4 Wochen zu früh absterben. Die Flachsstengel lassen sich schlecht ernten, sind ungleichmäßig, rösten schlecht, die Faser ist minderwertig, der Korn-ertrag herabgesetzt. Zahlenmäßige Angaben machten Hiltner und Gentner (1916). Bei je 100 Flachspflanzen betrug:

	Frischgewicht g	Kornertrag g	Tausendkorn- gewicht
nicht befallen	485	41	4,82
befallen	136	8,5	4,28

Bei der Abwehr des Parasiten ist das Hauptaugenmerk auf die vorbeugend wirkende Saatreinigung zu richten. Eine Vorreinigung der unausgedroschenen Samenkapseln des Leins vermittelt Windfege und Plansichter wird die Seidesamen, auch die abnorm großen und die Doppelkörner, beseitigen. Aus der Leinsaat selbst können die Seidekörner durch Passieren von Windfege, bzw. Aspirateur, Plansichter, Trieur und Ausleser gut entfernt werden². Auch eine kleine billige Leinklapper³ vermag schon gute Dienste zu leisten. Einfache Rundsiebe mit 2 mm Lochweite haben den Nachteil, daß die Doppelkörner wegen ihrer Größe nicht sicher entfernt werden. — Zu beachten ist ferner, daß eventuell die Verfütterung von seidehaltigem Siebabfall zur Infektion des Ackers bei der Düngung führen kann, da Seidesamen den Verdauungskanal unversehrt passieren können. — Es ist auch vorgeschlagen worden, durch eine längere Lagerung, Rastung der Leinsaat die Keimfähigkeit der Seidesamen zu vernichten. Dies Verfahren, das ja durch die Methode der Saatreinigung überflüssig ist, hat neben anderen Nachteilen den Übelstand, daß es die Infektionsgefahr keineswegs beseitigt. So fand z. B. A. Herzog (1918, S. 36 und 67), daß Leinseidesamen, die im ersten Jahr eine Keimenergie von 90% hatten, zwar von Jahr zu Jahr schlechter keimten, daß sie aber nicht so kurzlebig waren, als daß der Vorschlag der Samenrastung Erfolg haben könnte: ihre Keimenergie betrug nach einem Jahre noch 88%, nach zwei Jahren 74%, nach drei Jahren 68%, nach vier Jahren 58%, nach fünf Jahren 55%, nach sechs Jahren 32% usw. Erst nach 13 Jahren keimte kein Korn mehr.

Die direkte Bekämpfung auf dem Felde ist gegenüber der Vorbeugung viel mißlicher und unsicherer. Sind Seidestellen vorhanden, so sollen sie möglichst

¹ Vgl. Koch (1880, S. 137 ff.).

² System Saat-Schule, Hamburg.

³ Leinklapper Logau von Lübke-Breslau.

frühzeitig und sorgfältig durch Ausraufen und Verbrennen beseitigt werden. Chemische Bekämpfungsmittel, wie Schwefelsäure, Eisenvitriol und dgl. sind zwar auch vorgeschlagen worden, sind für die Praxis aber nicht geeignet.

b) Tierische Schädlinge.

Auch das Tierreich stellt eine ganze Reihe von Flachsfeniden, von denen jedoch die meisten nicht speziell auf Flachs angewiesen sind, sondern als Gelegenheitsparasiten auftreten; als spezieller an Flachs angepaßt könnte man höchstens *Conchylis epilina*, den Flachsknotenwickler, bezeichnen, der in den Kapseln des Leins lebt. Inwieweit die später zu erwähnenden Blasenfüße an Flachs gebunden sind, scheint noch nicht ganz geklärt zu sein. — Als wichtigste Leinschädlinge müssen unzweifelhaft die Erdflöhe, danach die Blasenfüße bezeichnet werden. Wenngleich zahlenmäßige Angaben über den durch Tiere angerichteten Schaden fehlen und man im allgemeinen mit durchschnittlich geringen Verlusten rechnen kann, so führt doch in Einzelfällen plötzlicher Befall durch Erdflöhe, Erdraupen, Rebenschneider usw. zur völligen Vernichtung des Feldes. Valgreen (1922) beziffert den durch Insekten an Lein in U. S. A. für den Zeitraum von 1908—1918 jährlich angerichteten Schaden wie folgt: 0,95 % der jährlichen normalen Ernte, 0,3 Millionen Bushels Leinsaat; durchschnittlicher Verlust 0,93 Millionen Dollar pro Jahr. Für das Jahr 1919 allein wird der Insektenschaden sogar mit 4,3 Millionen Dollar angegeben!

Neben dem direkten Schaden können die Tierfeinde auch noch indirekten verursachen. So hat sich z. B. gezeigt, daß durch Erdflöhefraß geschwächter Flachs viel leichter zu Pilzkrankungen neigt, und ebenso fand ich, daß Flachs, der von Blasenfüßen befallen ist, sehr leicht das Opfer von Schwärzepilzen wird. Es wird also durch den tierischen Befall eine Disposition für Krankheiten geschaffen. Die irischen Forscher wiesen ferner experimentell nach, daß die auf den Flachspflanzen lebhaft umherhüpfenden Erdflöhe als Sporenüberträger von Pilzen (*Colletotrichum*) wirken.

Erfolgreiche Bekämpfung hat sich naturgemäß jeweils ganz den biologischen Verhältnissen der Tiere anzupassen, und diese sind leider meistens noch wenig geklärt. (vgl. z. B. Blasenfüße!). Gegen Erdflöhe sind in letzter Zeit eine ganze Reihe von Streupulvern empfohlen worden, die den in großer Zahl vorhandenen älteren Mitteln zum Teil überlegen sind; hier spielt dann die Kostenfrage eine ausschlaggebende Rolle.

1. *Tylenchus dipsaci* Kühn. Synonym = *T. devastatrix* Kühn. — Die zu den Nematoden (Fadenwürmer), Familie der Anguillidae (Älchen), gehörige Art befällt neben vielen anderen Gewächsen (besonders Roggen, Hafer, Rotklee, Luzerne; Ritzema Boos¹ führt 67 Pflanzenarten an) auch Flachs². Die Stengel der erkrankten Pflanzen sind in der Regel gebogen, bisweilen sogar spiralig gekrümmt, und von gelbgrüner Farbe. Die Blätter bleiben klein und sind stellenweise abnorm verdickt und verbreitert. Es liegt also eine Gallbildung vor. Bisweilen verästelt sich auch die Pflanze an der Basis und bildet 3—4 kürzer bleibende Triebe. Die Krankheit wird als „Stockkrankheit“ bezeichnet. Im Innern der erkrankten Pflanzen finden sich die Älchen, meist nur wenige. Ihr Körper ist hell und ziemlich durchsichtig, 0,94—1,74 mm, meist 1,20—1,55 mm lang, an beiden Enden, besonders dem hintern zu, schmal zulaufend, beim Männchen plötzlicher als beim Weibchen.

Größere Bedeutung kommt der Krankheit nicht zu. Sie findet sich nur selten³,

¹ Tijdschr. over Plantenziekten Bd. 23, S. 119—123. 1917.

² Ritzema Boos in Zeitschr. f. Pflanzenkrankh. Bd. 13, S. 196. 1903.

³ In den letzten 5 Jahren ist mir nur ein Fall begegnet.

und ein Teil der befallenen Pflanzen entwickelt sich außerdem zu fast normalen Pflanzen weiter. Ritzema Boos meint allerdings, daß die Stengelälchen sich allmählich in dem Flachs einbürgern und später bedeutende Flachsfeinde werden könnten. Eine eingehende Darstellung der Übertragung und Infektion gab Quanjér¹.

2. Heterodera radicola Greeff. Dieses dem vorher genannten Tylenchus nah verwandte Wurzelälchen kommt gleichfalls als Flachsparasit vor, beschädigt jedoch nur die Wurzeln. Sie werden durch das Saugen zu Verkrümmungen und unregelmäßigem Wachstum veranlaßt, auch treten Anschwellungen und knollenförmige Gallbildungen auf. Junge Pflanzen können bei starkem Befall zum Absterben gebracht werden; warmes Wetter und leichter Boden soll die Infektion begünstigen. Größere ernsthafte Schäden scheinen bei Flachs selten vorzukommen, doch ist das Wurzelälchen sehr weit verbreitet und in bezug auf Nährpflanzen nicht wählerisch (Bessey² nennt 480 Pflanzenarten), so daß Infektionsgefahr leicht besteht. Die Männchen, 1,2—1,5 mm lang und 0,30—0,36 mm breit, sind aalförmig, deutlich quergestreift. Die Weibchen birn- oder flaschenförmig, 0,4 bis 1,3 mm lang, 0,27—0,75 mm breit; sie beherbergen nach der Reife im Innern 500 und mehr Eier². Die Überwinterung erfolgt am häufigsten wohl im Larvenzustand. Weiteres über Biologie und Bekämpfung siehe Sorauer, Handbuch der Pflanzenkrankheiten, Bd. 4, 4. Aufl., S. 46—53. 1925.

3. Agriolimax agrestis L. und andere Schnecken. Durch Schneckenfraß haben Flachsfelder im allgemeinen kaum zu leiden, doch wird örtlich durch plötzlichen Befall und Abfressen der Stengel unter Umständen großer Schaden angerichtet. Meist handelt es sich um die allverbreitete Ackerschnecke *Agriolimax agrestis* L., doch kommt auch *Arion hortensis* Fér., die bis 4 cm lange, 4—5 mm breite, schwärzlichgrau gefärbte Wegschnecke in Betracht³. Die bekannte Ackerschnecke ist nackt, hell bis dunkelgrau gefärbt, 3—6 cm lang, mit weißem, kalkhaltigem Schleim. Als Gegenmittel hat sich bekanntlich das Streuen von scharfen und ätzenden Stoffen bewährt, wie Asche, Kainit usw., doch sind viele davon, wie Kalk, Kalk mit Soda, Gips, Eisenvitriol für Flachs nicht geeignet. Auch reichliches Streuen von Flachskapselspreu wird empfohlen.

4. Tetranychus telarius L. Das als Milbenspinne bekannte Tier⁴ tritt gelegentlich als Flachsschädling auf, indem es eine Art Blattdürre hervorruft. An den Blättern machen sich zuerst kleine längliche weiße Flecke bemerkbar, später werden die Blätter gelb und verdorren unter Braunfärbung. Bei starkem Befall verkümmern Spitze und Blüte des Leins. Auf der Blattunterseite findet sich ein zarter, spinnwebartiger, weißlicher Überzug, der die Bälge gehäuteter Tiere, Eier und Unrat enthält. Die Männchen sind bis 0,33 mm, die Weibchen bis 0,42 mm lang. Bekämpfung ist nur lokal möglich, durch Bespritzen mit kaltem Wasser, Seifenlauge usw.

5. Tyroglyphus farinae L. und andere Milben. Milben dieser Gattung kommen an der lebendigen Flachspflanze nicht vor, können sich aber in anderer Weise den Flachsinteressenten unangenehm bemerkbar machen durch Befall von Samen, Stroh und ausgearbeiteten Flächsen. Leinsaat, die in schlecht gelüfteten Räumen unsachgemäß (zu feucht) gelagert werden, zeigen mitunter einen außerordentlich starken Befall durch Milben, sie werden muffig oder sogar durch Fraß beschädigt; die von den Milben abgeschiedenen Exkremente können weiterhin das Wachstum von schädlichen Pilzen begünstigen. Saatproben, die infolge

¹ Die Herkunft von *T. dispaci*. — Vortrag in Braunschweig, Juni 1927.

² U. S. Dept. Agric., Bur. Plant Industry, Bull. Nr. 217. 1911.

³ Vgl. z. B. Carpenter: Injurious insects and other animals observed in Ireland. Econ. Proceed. Royal Dublin soc. Bd. 5, Nr. 12, S. 221—237, 1916 und Nr. 15, S. 259—272. 1920.

⁴ Wahrscheinlich auch *T. althaeae* v. Hanst. = *T. telarius* aut. part.

Milbenbesatzes völlig wie mit Mehlstaub überzogen erschienen und lebende Tiere in ungeheuren Mengen aufwiesen, wurden mir mehrfach eingesandt. Nach A. Herzog (1918) wird Kapselflachs besonders stark befallen, da sich die Milben vorwiegend vom Embryo und Endosperm des Samens ernähren; das Stroh selbst soll nicht beschädigt werden, doch ist der massenhafte Besatz mit Milben für die Arbeiter unangenehm. — Bisweilen tritt jedoch der Befall auch an ausgearbeiteten Schwung und Hechelflächsen auf, die schlecht gelagert wurden. Der Milbenbefall an Leinsaat ist nicht ungefährlich, da festgestellt ist, daß durch Fütterung mit Stoffen, die lebende Milben enthielten, in vielen Fällen Pferde unter Kolikerscheinungen gestorben sind¹. Daß auch Nahrungsstoffe mit abgetöteten Milben schädlich sind, ist nicht bewiesen.

In Betracht kommt meistens *Tyroglyphus* (*Aleurobius*) *farinae* L. 1758, die gewöhnliche und allverbreitete Mehlmilbe². Herzog nennt *A. farinae* und *Cheyletus eruditus*. In gepulvertem Leinsamen kommen nach Tunmann³ *Glyciphagus spinipes* Koch und *G. domesticus* De Geer vor, die in erster Linie den Schleim fressen.

Sachgemäße trockene Lagerung, vor allem häufiges Durchlüften, schützt vor Befall. Nach Zacher vermag *T. farinae* nur in Waren mit über 14% Wassergehalt zu leben.

6. Gryllotalpa vulgaris Latr. Die bekannte Maulwurfsgrille, Werre, taupe-grillon, courtilière, mole-cricket, wird bisweilen als Flachsschädling angegeben; sie schadet durch Abfressen der Wurzeln und Umwühlen der Kulturen. Über stärkeres massenhaftes Auftreten in deutschen Flachsfeldern scheint nichts bekannt zu sein. — Das Insekt ist von schmutzig-dunkelbrauner Farbe, unten und an den Flügeln gelblich, 3—5 cm lang.

7. Thripiden, Blasenfüße. Die zu den Thysanopteren (Physopoden) = Fransenflüglern oder Blasenfüßen gehörige Gattung enthält einige Arten, die an Flachs Schaden stiften, und manchmal bei massenhaften Auftreten so bedeutende Verluste verursachen können, daß sie nächst den Erdflöhen als die größten tierischen Flachsfeinde anzusprechen sein dürften. Hauptsächlich scheint der westeuropäische Flachsbaubetroffene zu werden, doch sind auch aus Ostdeutschland, Österreich und Rußland Schäden gemeldet. In Holland ist für diese Krankheit z. T. die Bezeichnung „kwade koppen, zwarte koppen“ üblich (schlechte Köpfe, schwarze Köpfe, vergifteter Flachs).

Die in Betracht kommenden Arten sind: *Thrips angusticeps* Uzel⁴ und *Thrips linarius* Uzel⁵, womit die von Ladureau⁶ ungenügend beschriebene

¹ Zimmermann: Milbenbefallene Futtermittel als Ursache von Haustierkrankungen. Mitt. d. Dtsch. Landwirtsch. Ges. Bd. 36, S. 514. 1918.

² Zu deren Biologie vgl. H. Schulze, Zur Kenntnis der Dauerformen der Mehlmilbe, in Zentralbl. f. Bakteriol., Parasitenk. u. Infektionskrankh., Abt. 2 Bd. 60, S. 536ff. 1924.

³ Pharmazeut. Zentralh. 1906. — Vgl. auch Tschirch: Handb. d. Pharmakog. Bd. 2, Teil I, S. 316. 1912.

⁴ Vgl. van Eecke in Natuurk. Verh. Wetenschap. Haarlem Teil 9, S. 75—80. 1922. — Priesner in Zeitschr. f. Schädlingsbekämpfung. Bd. 1, S. 18, 1923. — Ahlberg in Medd. Centralanst. Entom. Avd. Bd. 42, S. 12/13 u. 16/17. 1924.

⁵ Vgl. van Eecke, a. a. O., S. 122—123. — Lindner: Die Flachsfransenfliege in Oesterr. landw. Wochenbl. 1897, S. 234. — Moritz 1920; vgl. Review of applied Entomology Bd. 10, S. 117. — Uwarow u. Glazunow 1916; vgl. ebenda Bd. 4, S. 458.

⁶ La Nature 1896; vgl. auch Sorauer: Handb. d. Pflanzenkrankh. Bd. 3, S. 229. 1913.

Art *Th. lini* Lad. wahrscheinlich identisch ist; vielleicht ferner auch der weitverbreitete, ganz polyphage und schädliche *Th. tabaci* Lind. (= *Th. communis* Lad.) und der den Knospen und Blüten schädliche *Th. physapus* L.

Die Art der Schädigung wird durch die Ernährungsweise der Blasenfüße bedingt: da ihre Nahrung aus Pflanzensäften besteht, so suchen sie möglichst saftreiche und dünnwandige, weichhäutige Gewebe zu erreichen, um diese anzubohren, auszusaugen und dort Eier abzulegen. So siedeln sie sich an der Triebspitze¹ des Leins an, dort die jungen Blatt- und Blütenanlagen aussaugend und zerstörend. Die Spitzen des Leins werden dadurch im Wachstum gehemmt und zu auffälligen Verkrümmungen und Stauchungen veranlaßt (vgl. Abb. 56). Bei starkem Befall werden die ganzen Spitzen mißfarbig, die Knospen

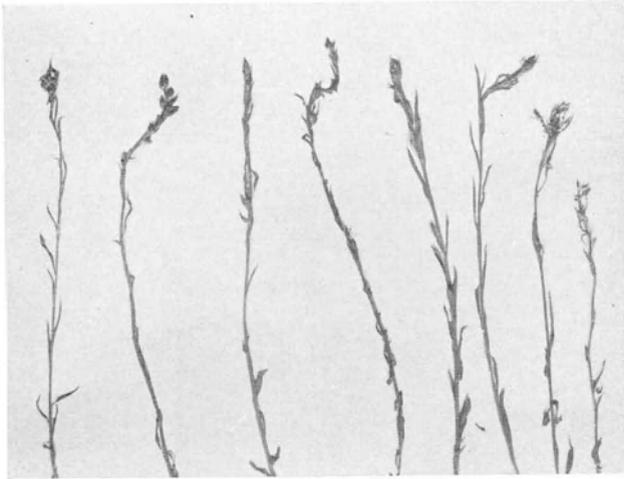


Abb. 56. Durch Blasenfuß geschädigter Flachs.

bleiben geschlossen, werden dunkel („schwarze Köpfe“) und fallen ab, oder in älteren Blüten wird die Samenbildung unterdrückt, die Pflanzen vergilben und welken unter rotbrauner Verfärbung („la brulure“ in Frankreich z.T.), und schließlich kann der ganze Ertrag des Feldes in Frage gestellt sein, da auch das Stroh infolge der Wachstumshemmung wertlos wird. Ich habe in Brandenburg und Schlesien größere Felder gefunden, wo der Saatertrag fast ganz vernichtet und das Stroh brüchig wie Zunder war; die anatomische Untersuchung zeigte, daß die Wandungen der Bastfasern außerordentlich dünn waren, abgesehen von den Bastbündeln im ältesten Stengelteil. Teilweise waren infolge der oberen Wachstumshemmung die Achselknospen am Stengelgrund ausgetrieben. Die Schwächung der Flachspflanze begünstigt ferner, wie ich im feuchten Sommer 1926 fand, das Auftreten von *Botrytis* und *Cladosporium*. Das Saugen geschieht sowohl durch die kleinen flügellosen Larven (1–2 mm lang, meist hellgelblich, vgl. Abb. 57) als auch durch das vollentwickelte, geflügelte Insekt. Letzteres erscheint bisweilen plötzlich in riesigen Mengen, im Anfluge offenbar abhängig von der herrschenden Windrichtung, und vermag in kürzester Zeit das eben geschilderte Krankheits-

¹ Nach Ladureau soll *Th. lini* in Larvenstadium an den Wurzeln saugen.

bild hervorzurufen, so daß mitunter eine plötzliche „Vergiftung“ des Flachsfeldes vom Anbauer vermutet wird.

Eine durchgreifende Bekämpfung erscheint vorläufig aussichtslos zu sein, da wir über die biologischen Verhältnisse des Schädling noch zu wenig unterrichtet sind.

S. *Conchylis epilina* Zell. Zugehörigkeit: Mikrolepidopteren (Kleinschmetterlinge), Fam. Tortriciden (Wickler). Synonym: *Phalonia epilina* Zell. — Das als „Flachsknotenwickler“ oder „weißer Wurm“, „ver blanc“ bekannte Insekt¹ stiftet dadurch Schaden, daß seine Raupe in den Samenkapseln des Flachses lebt und die heranreifenden Samen frißt. Die kleine Raupe wird öfters übersehen, da die Kapseln äußerlich anfangs noch unverletzt erscheinen; erst später pflügen sie sich etwas bräunlich zu verfärben und fallen auf



Abb. 57. Larve des Flachsblassenfußes, stark vergrößert.



Abb. 58. Durch den Flachsknotenwickler beschädigte Leinkapseln. In der Mitte unten die kleine Raupe.

durch eine kleine runde Öffnung, die als Ausgang dient (Abb. 58). Die Verpuppung erfolgt innerhalb der Kapsel. Der Flachsknotenwickler ist in Deutschland nicht selten, doch ist der verursachte Schaden meistens recht gering. In unseren Versuchsfeldern tritt er regelmäßig jedes Jahr auf, bisher war nur einmal ein größerer Saatverlust (über 5%) festzustellen. Bei Massenaufreten, wie z. B. in Rußland, wird dagegen oft erheblicher Schaden angerichtet; es sollen in Südrußland sogar drei Bruten einander folgen können². — Die 4–6,5 mm lange Raupe ist weißlich-gelb gefärbt, wenig behaart, mit schwärzlichem Kopf und Nackenschild; sie tritt im Juni und Herbst auf. Der kleine Falter hat lehmgelbe Vorderflügel mit dunklerer Binde, er tritt im Mai und Juli bis August auf. Eine Bekämpfung³ auf dem

¹ Vgl. Sorhagen: Kleinschmetterlinge der Mark Brandenburg 1886, S. 88. — Schwartz: Dtsch. Landw. Presse Bd. 45, S. 211. 1918.

² Vgl. Krassiltschik (1909) u. Köppen: Die schädlichen Insekten Rußlands S. 413. 1880.

³ Ich fand bisweilen in vorzeitig vergilbenden Flachskapseln die Raupe von weißem Pilzmyzel durchwuchert und abgetötet.

Felde kommt nicht in Betracht; stark befallene Flachsfelder müssen zweckmäßig sofort nach der Ernte entsamt werden, um weitergehende Saatverluste und Entwicklung des Schädlings zu verhindern.

9. *Cnephasia wahlbomiana* L. Diese gleichfalls zu den Wicklern gehörige Art ist mehrfach auch an Flachs schädlich geworden¹. Die 10—15 mm langen dunkelgrüngrauen Raupen spinnen im Mai und Juni die Triebspitzen der Pflanzen zusammen und fressen an den Blättern. Hier finden sich im Juni auch die Puppen vor, aus denen der weißlich graue bis braungraue Falter, Spannweite etwa 20 mm, hervorgeht. Flugzeit im Juni und Juli.

10. *Heliothis dipsacea* L. Die Raupe dieses zu den Noctuiden = Eulen gehörigen Großschmetterlings kommt in Europa vor und wird gelegentlich durch Abfressen von Flachspflanzen im Mai bis Juni schädlich. Im südlichen Rußland und Kaukasus kann sie jedoch auch in größeren Massen auftreten und stiftet dann beträchtlichen Schaden. Krassiltschik (1907 und 1900) berichtet ausführlich über Vorkommen und Biologie des Schädlings, den er als „Flachseule oder Luzerneule“ bezeichnet. Nach ihm treten zwei Generationen auf, die Raupe soll ausschließlich die Samen fressen². Die 16füßige Raupe ist grün oder rostfarben mit weißen Rücken- und Seitenlinien. Die Eule hat 15 mm lange blaßolivgrüne Vorderflügel mit bräunlichen Mittelschatten und dunkel ausgefüllten Nierenmakel, Saum dunkel punktiert. Die Hinterflügel sind grünlichweiß, Mittelmond und Saumbinde schwarz.

Gleichfalls als Flachsfeind (südliches Rußland, Argentinien) wird die nah verwandte *Heliothis obsoleta* F. (*H. armigera* Hb.) angegeben³.

11. *Agrotis*, Erdeulen, Erdraupen. Die gleichfalls zu den Noctuiden gehörige Gattung *Agrotis* beherbergt mehrere Arten, unter dem Namen Erdeulen, Erdraupen bekannt, die mit großer Gefräßigkeit über Flachsfelder, Getreide, Rüben usw. herfallen — sie sind in der Regel polyphag. *A. (Porosagrotis) orthogonia* Morr. (syn. = *A. delorata* Smith) stiftet in Kanada und Montana an Lein beträchtlichen Schaden⁴. Die Falter fliegen von Mitte Juli bis zum September und legen je 300—400 Eier an oder in den Erdboden, die an trockenen Stellen überwintern. Die Raupen fressen im Frühjahr fast Pflanze für Pflanze ab, ihre Verpuppung erfolgt in einer kleinen Erdkammer von Mitte Juni ab. — *Agrotis (Lycophotia) saucia* Hbn. (syn. = *A. margaritosa* Haw.) ist kosmopolitisch; in Nordamerika besonders schädlich, in Europa weniger, doch wurden in manchen Fällen Flachsfelder fast restlos vernichtet. Die 16füßige Raupe ist düsterbraun mit dunklerer Rückenlinie und schwarzem seitlichen Band, der Schmetterling rötlichbraun mit drei gezackten Querlinien und weißlichgelben Makeln. — Auch die überaus gefräßige und nur wenige Pflanzen verschonende Winter-Saat-eule, *A. segetum* Schiff. kann Flachsfeldern bei stärkerem Auftreten sehr gefährlich werden⁵.

12. *Plusia gamma* L., Gamma-, Ypsiloneule. Die Gamma- oder Ypsilon-

¹ Ritzema Bos: Zeitschr. f. Pflanzenkrankh. Bd. 5, S. 147. 1895. — Kirchner (1906).

² Nach Sorauer, Handb. d. Pflanzenkrankh. Bd. 4, 4. Aufl. S. 405, tritt die Raupe auf Flachs und Hanf auf und ist Blattfresser.

³ Sonst besonders in Nordamerika als Baumwollfeind (bollworm) gefürchtet.

⁴ Vgl. Gibson: Journ. econ. Entomol., Bd. 7, S. 201—203. 1914. — Parker, Strand u. Strickland: Journ. of agric. Research Bd. 22, S. 289—322. 1921.

⁵ In einem mir bekannten Falle wurden etwa 40 Morgen in wenigen Tagen vernichtet; die Raupen waren nachts aus benachbarten Rübenfeldern in den Flachs eingewandert, dessen Stengel sie unten abbissen und dann fraßen.

eule¹ ist einer unserer gemeinsten Schmetterlinge und in Europa, Asien, Nordafrika verbreitet. Ihre Raupe richtet in solchen Jahren, in denen sie massenhaft auftritt, wie an anderen Kräutern so auch an Flachs ganz erheblichen Schaden an. Verheerendes Erscheinen an Flachs ist z. B. aus Holland, Böhmen, dem Odenwald², Polen³, Rußland⁴, berichtet worden. Sie frißt die ganzen Pflanzen, hält sich aber bei älteren gerne an die reifenden Samenkapseln. Die Raupe ist etwa 3 cm lang, 12füßig, vorn dünner, mit kleinem dunklen Kopf, grüngefärbt mit schmalem gelblichen Seitenstreif und feinen weißen Rückenlinien. Sie findet sich fast das ganze Jahr hindurch, am meisten im Sommer; es folgen sich 2—3 Bruten im Jahr; alle Stadien können überwintern. Als gutes Bekämpfungsmittel wird u. a. Verstäuben von Bleiarseniat empfohlen. — Die verwandte *Plusia orichalcea* F. (= *Pl. aurifera* Hb.), gleichfalls polyphag, wird besonders für Afrika und Indien als Flachsfeind angegeben. — Bekämpfung: Bleiarsenat, Ruß, Kalk; Fanggräben, Ablesen, Geflügeleintrieb.

13. Weitere Raupen. Von sonstigen Schmetterlingen, deren Raupen als Flachsschädlinge bekannt sind, seien hier noch aufgeführt: *Calocampa exoleta* L., die Scharteneule, deren grün-bunte Raupen im Mai und Juni gern an Flachs fressen, in Europa in der Regel allerdings zu wenig zahlreich vorkommen, um ernstliche Verluste anzurichten; in Nordafrika können sie jedoch schädlicher werden. — *Mamestra (Polia) pisi* L., die Erbseneule, Raupe 5—6 cm lang, 16füßig, rotbraun, bis dunkelgrün mit vier gelben breiten Streifen, Juli bis September. — *Euproctis scintillans* Wlk., schädlich in Indien. — *Laphygma exigua* Hb. (= *L. flavimaculata* Harr.), Lesser mystery worm, Beet army worm, an indischen Ölleinen.

14. Dipteren, Zweiflügler. Angaben über Flachsfeinde aus der großen Reihe der Zweiflügler liegen nur wenige vor, auch pflegt der von ihnen verursachte Schaden nur gering zu sein. Am unangenehmsten können noch Larven der Tipuliden = Schnaken werden, die ja fast keine Feldfrucht verschonen. Die fußlosen, bis 4 cm langen, walzigen, dicken, meist grau gefärbten Larven fressen bis zum Mai und Juni, verpuppen sich dann flach in der Erde. — *Phytomyza geniculata* Macq., eine zu den Agromyziden gehörende Minierfliege⁵, schädigt Flachs, indem die kleine hellgelbe, 2—3 mm lange Larve die Blätter miniert⁶.

Perrisia Sampaina Tavar.⁷, eine kleine Gallmücke, deformiert die Triebspitzen von *Linum angustifolium* zu einem eiförmigen, aus verbildeten Blättern bestehenden Büschel. Es ist dies wahrscheinlich dieselbe Galle, die Perris in Frankreich an *L. usitatissimum* beobachtet hat. Trotz aller Bemühungen habe ich diese Galle niemals zu Gesicht bekommen. Kirchner⁸ und Roß⁹ erwähnen eine durch eine nicht näher bekannte *Cecidomyia spec.* verursachte

¹ Vgl. Ritzema Bos: Zeitschr. f. Pflanzenkrankh. Bd. 4, S. 218, 1894. — Silvestri: Boll. Labor. Zool. gen. agr. Bd. 5, S. 287—319. 1911.

² Israel in Tschirch: Pharmakognosie Bd. 2. Tl. 1, S. 316. 1912.

³ Minkiewicz: Revue trimestr. consacrée a la protect. des plantes en Pologne. Rok. I, Nr. 3, S. 12—20. 1925. — Krasucki: ebenda, S. 1—11.

⁴ Boldirev (1923).

⁵ In den Sorauer Flachskulturen werden die Blätter jährlich ziemlich regelmäßig durch ein nicht näher bekanntes Insekt miniert (weiße Gangminen); Schaden unerheblich.

⁶ Krassiltschik: Mitt. d. beßarab. naturforsch. Ges. 1909.

⁷ Ann. soc. entomol. France S. 178. 1870.

⁸ Kirchner, a. a. O., S. 324.

⁹ Roß: Die Gallen der Pflanzen. Leipzig 1911.

Flachsgalle. Für *L. corymbiferum* wird *Eriophyes Peyerimhoffii* angegeben.

15. Halticinen, Erdflöhe. Von allen Beschädigungen, die den Flachs treffen können, ist die Erdflohplage (engl. flax flea-beetle) nächst dem Lagern und dem Fusariumbefall als die schlimmste und belangreichste anzusehen. Zahlenmäßige Angaben über die Größe der Verluste fehlen zwar, doch kennzeichnen die Jahr für Jahr sich wiederholenden Klagen der Flachsangebauer ihre Bedeutung. Im irischen Flachland wurde 1917 reichlich 30% der ersten Flachs Aussaat vernichtet (vgl. Rhynehart 1922, dort weitere Angaben). In den einzelnen Anbaubezirken zeigen sich, was sehr beachtenswert ist, große Unterschiede. Während z. B. in Holland eine wirkliche Erdflohplage so gut wie unbekannt ist¹ oder höchstens nur ausnahmsweise größeren Schaden stiftet, rechnet man in anderen Gegenden

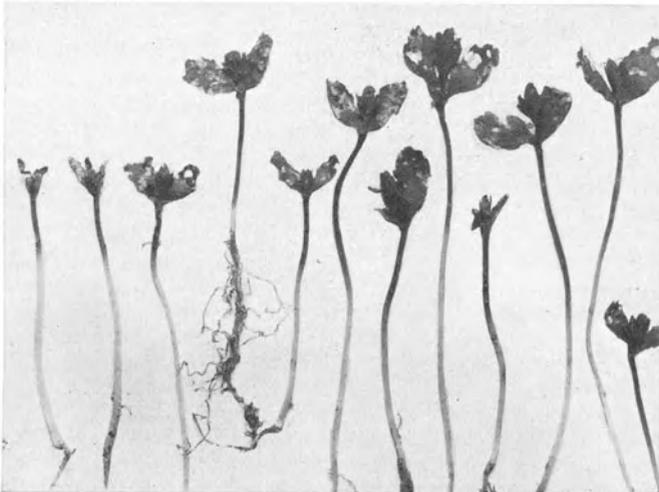


Abb. 59. Vom Erdfloh beschädigte Flachspflänzchen.

mit ihr als einem sozusagen unvermeidlichen Übel, das den Anbau z. T. ernstlich in Frage stellt, zum mindesten aber eine Abneigung gegen den Flachsbaue unterstütt. Vielleicht spielen dabei klimatische Faktoren eine Rolle; es wird z. B. darauf hingewiesen, daß dort, wo feuchtes Meeresklima und regelmäßige Seewinde vorhanden sind, der Erdfloh fehlt, daß andererseits in trockenem Klima, ganz besonders auf leichten Böden, die Plage am schlimmsten ist. Die Erfahrung zeigt ja auch, daß der Erdfloh gegen Bodenfeuchtigkeit recht empfindlich ist, offenbar weil seine Eiablage und weitere Entwicklung darunter leiden. Eine planmäßige Beobachtung nach Klima und Boden wäre sehr erwünscht, da bezüglich der ganzen biologischen Verhältnisse noch manches zu tun übrig bleibt. Die beste und ausführlichste Arbeit verdanken wir Rhynehart (1922).

Der Hauptschaden wird angerichtet durch direkten Fraß an den jungen Flachskeimlingen (Abb. 59). Zuerst werden beim Aufgang der Saat die Keim-

¹ Nach mündlichen Angaben holländischer Flachsangebauer an mich. Vgl. auch Frost (1909).

blätter eingekerbt und durchlöchert, ja total abgefressen, dann jeweils aufeinander folgend die jüngsten Laubblätter, so daß der Lein im Wachstum stark geschädigt wird. Falls auch die eigentliche Triebspitze mit Knospe und Vegetationspunkt abgefressen wird, ist der Schaden katastrophal; Fälle, in denen viele Morgen Flachs 15—20 Tage nach der Aussaat untergepflügt werden mußten — leichter Boden, heiße Witterung — habe ich selbst gesehen. In späteren Stadien (ich beobachtete Erdflöhe bis Ende September) fallen die Fraßschäden weniger ins Gewicht, da die Flachspflanzen hinreichend gekräftigt sind. Jedoch können noch im August und September die zuletzt ausgeschlüpften Käfer die Stengel angreifen und die Rinde beschädigen, so daß die Halme wie marmoriert aussehen¹, ja die Rinde wird manchmal vollständig heruntergeschält. Bleiben die Pflanzen trotz Verlustes der Hauptknospe am Leben, so wachsen aus den Blattwinkeln ein bis drei neue Stengel hervor — der Schaden ist aber immer noch beträchtlich, da diese verspäteten, dünnen Halme wenig Ertrag geben, ja für die Fasergewinnung sogar nachteilig sind.

Indirekt sind die Erdflöhe dadurch schädlich, daß sie als Überträger und Verbreiter von schädlichen Pilzsporen dienen, ferner kann der Fraß eine Schwächung der Pflanzen hervorrufen, die sie für Pilzinfektion leichter empfänglich macht.

Daß der Erdfloh abgesehen vom Käfer auch im Larvenstadium beachtenswerten Schaden anrichtet, ist nicht anzunehmen; die Larve lebt zwar im Wurzelgewebe des Leins, besonders in den parenchymatischen Teilen, sie wird aber erst drei Wochen nach der Eiablage zu stärkerem Fraß fähig, also dann, wenn der Flachs schon ein gut ausgebildetes Wurzelsystem hat.

Welche Käferarten, die unter dem Sammelnamen „Erdfloh“ zusammengefaßt werden, kommen nun als typische Flachsfende in Frage? Die Antwort lautet in der Literatur recht verschieden, woran z. T. wohl die Verwirrung in der zoologischen Nomenklatur beigetragen hat. Während z. B. A. Herzog sich darauf beschränkt (1918, S. 38) nur die Gattungsnamen *Haltica* und *Psylliodes* anzuführen², gibt Kuhnert (1920, pag. 63) lediglich *Haltica nemorum* L. an. Diese Art ist aber identisch mit *Phyllotreta nemorum* L., welche hauptsächlich auf Kreuzblütlern vorkommt, jedoch niemals, wie Rhynehart (1922, S. 501) ausdrücklich feststellt, am Flachs frißt, trotzdem sie in oder in der Nachbarschaft von Flachsfeldern zu finden ist. Kirchner (1906) führt nur *Haltica Euphorbiae* Schr. an, Krassiltschik (1907) nennt *Aphthona flaviceps* All. und *Aphthona Euphorbiae* Schr., Heikertinger sagt, daß aus der Gattung *Longitarsus* einzig die Art *parvulus* flachsfeindlich ist, Blunck (1920) führt gleichfalls letztere an, usw. Nach der sehr eingehenden Untersuchung von Rhynehart scheint mir die Sachlage so zu sein: für das westliche Europa kommt als typischer Flachsschädling nur *Longitarsus parvulus* Payk.³ vor, in Rußland dagegen die beiden Arten *Aphthona flaviceps* All. und *A. Euphorbiae* Schr. Letztere Art kommt zwar auch in Westeuropa vor, spielt aber keine große Rolle. Es wäre zu wünschen, daß sich die Zoologen weiter mit der Frage befaßten. Die anderen Arten

¹ Solche gefleckten Stengel, deren Ursache den Flachsinteressenten in der Regel ganz unbekannt ist, können auch schon in der Juliernte zahlreich auftreten. Wenn infolge plötzlichen heißen trockenen Wetters die Pflanzen sehr schnell reifen, so wandern die Erdflöhe von den trocken werdenden Kapseln und Blättern ab und halten sich an die Rinde, die ihre Feuchtigkeit etwas länger behält. An noch grünen Kelchblättern und Kapseln fressen sie gern.

² Am Flachsstroh fressend. — *Psylliodes attenuata* befällt nach Heikertinger Hanf und Hopfen, keinen Flachs.

³ Synonymik bei Rhynehart (1922).

der Gattung *Longitarsus*, wie *luridus* Scop., *atricillus* Linn., *melanocephalus* De G., *suturalis* Marsh., *jacobeae* Waterh. sind nach Rhynehart keine Flachsesser.

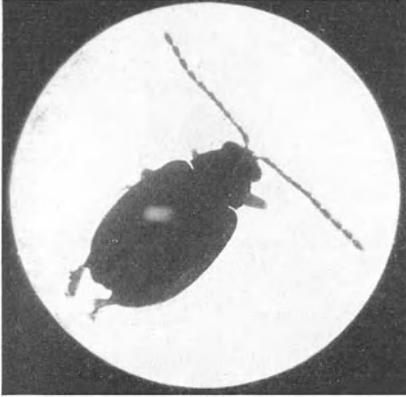


Abb. 60. Flachs-Erdfloh, Käfer.
Stark vergrößert.

Über die Biologie und Entwicklung von *Longitarsus parvulus* Payk. sei in Kürze folgendes mitgeteilt, wobei wir den Angaben von Rhynehart folgen. Die 1,3—1,6 mm großen, glänzend schwarzen, bei warmer Witterung lebhaft springenden Käfer fressen außer Flachs auch noch Klee, Gräser und *Linum angustifolium* (Abb. 60). Die ausgewachsenen Käfer überwintern in geschützten Lagen unter Gras, Unkraut, in Rissen und Spalten im Boden oder Gräben und Mauern und kommen im Frühjahr bei günstigem Wetter wieder hervor. Die Weibchen legen dann von Mitte Mai an ihre Eier in den Erdboden, Zeitraum der Eiablage etwa 6 Wochen. Nach 16 Tagen schlüpfen

winzige Larven (0,6 mm lang, 0,23 mm breit) aus (Abb. 61), die sich in die Flachswurzeln einbohren und dort fressen. Dies Stadium währt etwa 27 Tage,

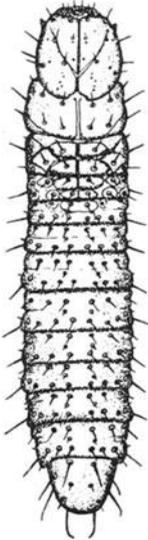


Abb. 61. Larve des Flachs-Erdflohes. Stark vergrößert. Nach Rynchardt.

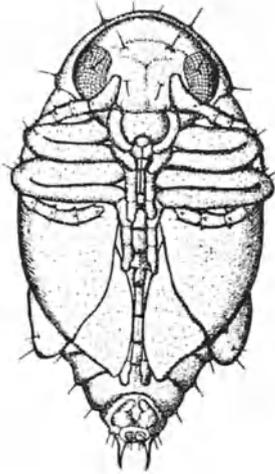
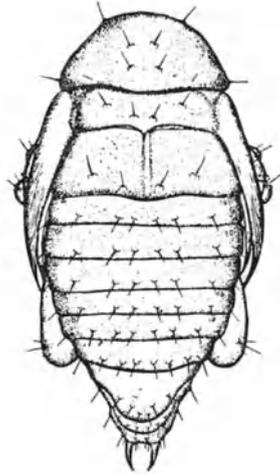


Abb. 62. Puppen des Flachs-Erdflohes, stark vergrößert. Links von der Unterseite, rechts von oben gesehen. Nach Rynchardt.



dann gehen die herangewachsenen Larven in den Boden, wo sie sich zu Puppen in rohen Erdkokons umwandeln. Die Puppen (Abb. 62) sind klein und kräftig, weiß, weich; aus ihnen entschlüpfen nach zwölf Tagen die ausgewachsenen Käfer. Der

vollständige Lebenskreis vom Ei bis zum erwachsenen Käfer umfaßt demnach etwa 60 Tage. Jährlich tritt nur eine Generation auf.

Die Bekämpfung des Schädlings stellt eine wichtige Aufgabe vor, zu deren Lösung noch viel zu tun ist. Vorbeugende Maßnahmen bestehen in: möglichste Zerstörung der Winterquartiere, vor allem in der Nähe von Feldern, die im Vorjahre Flachs trugen; gute Herrichtung des Bodens, zweckmäßige kräftige Düngung, um schnellwachsende kräftige Leinpflanzen zu erzielen, bei Befall eventuell eine Kopfdüngung von Salpeter, damit die Keimlinge rascher dem gefährlichen Jugendstadium entwachsen; Vermeidung von Frühaussaaten, sofern sie in kleinen, allein liegenden Parzellen erfolgen, da diese sonst, ohne den Schutz nachbarlicher großer Flachsfelder, leicht vernichtet werden. In Zuchtgärten, wo Erdflöhe trotz Bekämpfung regelmäßig auftreten, kann die Aussaat von dünn gesäten Zwischenreihen aus Flachs, der nur als Futter dienen soll, zwischen die Zuchtelten die Hauptgefahr ablenken, Aussaat in Abständen von etwa acht Tagen wiederholen, da die jeweils jüngsten Pflanzen bevorzugt werden. Die Anlage von Schutzstreifen aus Flachsherkünften rings um die zu schützenden Beete herum ist zwar auch empfohlen worden, führt aber nicht zum Ziel. Nach meinen Beobachtungen bevorzugen die Käfer gerade einzeln stehende Pflanzen, vielleicht, weil sie dort mehr Sonnenwärme und trockneren Boden finden als in den dicht gesäten Schutzstreifen. Auch Bredemann (1923) hatte mit Schutzstreifen keinen Erfolg. — Wichtig ist auch, daß man den Erdboden möglichst feucht erhält, weil dadurch das Wachstum des Leins begünstigt, die Eiablage und das Gedeihen der Larven aber gestört wird. — Direkte Bekämpfungsmittel: für kleinere Flächen, die mit kostbarem Flachs (Zuchtgärten!) bestanden sind, kommt direktes Wegfangen durch Klebefahnen in Betracht. Bredemann (1923) hatte damit gute Erfolge. Die Fahne besteht aus Stoff oder zähem Packpapier und wird mit Syrup oder anderen klebrigen Substanzen, eventuell unter Zusatz von Petroleum, bestrichen; beim flachen Schleifen über die Saatbeete bleiben die aufspringenden Käfer dann kleben. Man kann die Vorrichtung auch auf einfache Weise fahrbar machen. Im trockenem April 1926 (nur 6 mm Regen!) trat in Sorau die Erdflöheplage so schlimm auf wie noch niemals; wir haben mit der Klebefahne viele tausende Käfer weggefangen¹. Um eine starke Ansammlung der Käfer zu verhüten, bebraust Bredemann die Beete abends noch mit stark verdünntem Karbolwasser (ein Eßlöffel reiner Karbolsäure auf 6 l Wasser), was von den Leinpflanzen ohne Schaden vertragen wird. Für die Bekämpfung auf großen Flächen sind bekanntlich schon lange Streu- oder Spritzmittel in großer Zahl vorgeschlagen worden, auf die alle im einzelnen einzugehen hier kein Platz ist: Sand oder Sägemehl, mit Petroleum, Asa foetida oder Terpentin getränkt; Tabakstaub oder Tabaksbrühen; Streuen von Thomasmehlstaub oder Chausseestaub, der kalksteinhaltig ist; Spritzen mit Petroleum, Bordeauxbrühe, Tabak-Arsenbrühe, Bleiarsenat, Chlorkalklösung, Wermutabkochung, Chlorbaryumlösung (etwa 22 g auf 5 l Wasser) usw. Wirklich bewährt, so daß man sie der Praxis empfehlen könnte, hat sich von all diesen Mitteln keines; entweder sind sie für Flachs schädlich, oder gegen die Käfer unwirksam, oder ihre Anwendung ist zu teuer oder umständlich. Mehr Aussicht auf Erfolg bieten besonders zusammengesetzte moderne Streupulver, wie sie neuerdings von einer Reihe chemischer Fabriken in den Handel kommen. Von solchen, die in Sorau daraufhin ausprobiert wurden, scheint das „Eklatin“ am besten zu wirken²; wir konnten

¹ Vielleicht ließen sich die Apparate, die zur Bekämpfung des Rapskäfers benutzt werden, zweckentsprechend umgestaltet gegen Erdflöhe verwenden.

² Hergestellt von der Deutschen Gold- u. Silber-Scheideanstalt in Frankfurt a. M., Abteilung Schädlingbekämpfung.

damit unsere wertvollsten Versuchsbeete von Schaden ziemlich frei halten; Bedingung ist allerdings, daß das Streuen bei trockenem Wetter erfolgt, eventuell wiederholt wird. Bald folgender Regen hebt die Wirksamkeit auf. Um das Streuen zu verbilligen, kann man größere Flächen zuerst dünner bestreuen, was genügt, um die Käfer zu vertreiben, dann ringsum die Randzonen in etwa Meterbreite stärker, so daß die Fläche von einem Schutzgürtel umgeben ist, den die Erdflöhe nicht durchwandern können. Zur Bewältigung großer Flächen wäre allerdings wohl ein Verstäubearrangement und Schutz des Arbeiters erforderlich.

16. Lethrus apterus Laxm. und andere Käfer. Von anderen Käfern, die außer den Erdflöhen dem Flachs schädlich werden können, ist *Lethrus apterus* wohl der wichtigste. Dieser „Rebenschneider“ genannte Käfer kommt in Südosteuropa, in Südrußland im Gebiet der Schwarzerde vor¹. Er ist schwarz, eiförmig, 17—23 mm lang, mit kurzen Flügeldecken und großen Beißzangen versehen; in die Erde gräbt er Gänge, in die er Pflanzen und Pflanzenteile schleppt, die von ihm abgeschnitten werden. Junge Flachselder (März, April) können auf diese Weise schwer geschädigt werden; über besonders verheerendes Auftreten ist aus Südrußland berichtet worden. Die Larve verpuppt sich Mitte Juni am Fraßort, der Käfer ist nach zwei Wochen reif, bleibt aber bis zum nächsten Frühjahr im Kokon. — Engerlinge, die Larven der beiden Maikäferarten *Melolontha vulgaris* L. und *M. hippocastani* Fb., fressen an den Wurzeln des Leins. — Larven von Tenebrioniden (Schwarzkäfer, wahrscheinlich *Pedinus femoralis* und *Opatrum intermedium* Fisch.) befallen in Rußland die Wurzeln², ebenso Larven von Elateriden (Schnellkäfern) bekannt als Drahtwürmer, wireworms, ritnaalden usw. Die hierher gehörige Gattung *Agriotes* soll in Irland öfters Schaden gestiftet haben, doch scheint dieser nach dort angestellten Laboratoriumsversuchen (1921) nur gering zu sein. Eine nicht näher bestimmbare Art wurde mir aus Westdeutschland eingesandt, wo sie Flachselder erheblich angriff.

17. Rhynchoten, Schnabelkerfe. Hierhin gehören aus der Untergruppe der Wanzen (Hemipteren) zwei Blindwanzen (Capsiden), die als Flachs-schädlinge angesprochen werden müssen: *Calocoris bipunctatus* F. und *Lygus pratensis* L.

Calocoris bipunctatus F. = *C. norvegicus* Gmel., engl. = the large capsid plant bug, ist eine 7—8 mm lange, länglich-eiförmige, gelblichgrüne Blindwanze mit zwei kleinen schwarzen Punkten am Vorderrücken, oberseits mit feinen kurzen schwarzen Haaren besetzt, Beine schmutziggrün. Sie wird meist als schädlich für Kartoffeln, weiterhin für Hopfen, Kohl, Bohnen usw. angegeben. In der deutschen Flachs-literatur konnte ich über sie als Flachsfeind nichts finden. Es ist aber festgestellt, daß sie in einzelnen Bezirken von Irland dem Lein erheblich schadet (1921). Ob sie das auch in Deutschland tut, ist zweifelhaft, jedenfalls nicht ohne weiteres von der Hand zu weisen, da sie wegen ihrer Beweglichkeit übersehen sein könnte. In den Sorauer Flachskulturen fand ich stets nur einzelne Exemplare. Die Schädigung geschieht nicht durch Abfressen, sondern durch Anstechen der Leinpflanzen und Aussaugen des Saftes, Tötung des Vegetationspunktes. Es kommt dadurch zu Stoffwechselstörungen und Verzweigungen im oberen Teile, so daß die befallenen Pflanzen ein charakteristisches, buschiges Aussehen erhalten. Auch junge Pflänzchen können im Wachstum gehemmt und zu den unerwünschten Verzweigungen veranlaßt werden. Nachteilig ist ferner, daß

¹ Tarnani (1900), vgl. *Illust. Zeitschr. f. Ent.* Bd. 5, S. 49. 1900. — Schreiner: *Horae soc. entomol. Ross.* T. 37, S. 197—208. 1906. — Zoufal: *Entomol. Blätter* Bd. 3, S. 120. 1907.

² Krassiltschik (1909).

die angestochene Epidermis parasitischen Pilzen (*Botrytis*) das Eindringen ermöglicht.

Nach den Darstellungen der irischen Forscher legen die Weibchen ihre Eier von Anfang August an in die Stengelgewebe von Flachsunkräutern, niemals jedoch, auch nicht bei experimenteller Isolierung, in die Flachsstengel selbst. Im Septemberbeginn ist die Eierablage beendet, dann sind auch die meisten Männchen abgestorben. Die Eier überwintern in den Stengeln, ihnen entschlüpfen im April—Mai dann kleine ungeflügelte Wanzen.

Die beste Bekämpfungsart ergibt sich ohne weiteres aus diesem Entwicklungsgang: das Flachsfeld und seine Umgebung ist frei von Unkraut zu halten, und nach der Ernte sind alle Unkräuter möglichst bald zu vernichten, besonders das Kreuzkraut (ragwort).

Lygus pratensis L., die grüne Wiesenwanze, Tarnished plant bug, weitverbreitet und an vielen Pflanzen saugend (Kartoffeln, Rüben, Hopfen, Kohl, Tabak, Weizen usw.) ist gleichfalls bisher in der deutschen Flachsliteratur nicht als Schädling angegeben, als solcher aber in Irland beobachtet worden (1922). Der Entwicklungsgang ist dem eben geschilderten ähnlich. Im Sorauer Zuchtgarten fand ich sie regelmäßig in mehreren Exemplaren; Schaden wurde eigentlich nur an später ausgesäten Leinsorten festgestellt, Saugen an der Spitze, gestauchtes Wachstum, starke Verzweigung. Diese Blindwanze ist etwas kleiner, etwa 6—7 mm lang, grünlich, aber auch bräunlich, rötlich, schwärzlich gefärbt, Beine weißlich mit zwei bis drei dunklen Ringen an den Schenkeln. Bekämpfung wie vorher.

Achtes Kapitel.

Unkräuter des Flachs.

(E. Schilling.)

A. Allgemeiner Teil.

Die Unkrautfrage spielt im Flachsbau eine große Rolle, ganz besonders im Faserflachsbau. Wenn wir kurz zunächst auf ihre Bedeutung eingehen, so können wir die durch Unkräuter verursachten Nachteile unterscheiden in a) Ertragsminderung, b) Qualitätsminderung, c) weitere Nachteile.

a) Ertragsminderung wird zunächst verursacht direkt durch die Konkurrenz, die die Unkräuter im Felde dem Flachs um die Lebensbedingungen machen. Ein starker Unkrautbesatz entnimmt dem Boden Nährstoffe, die sonst dem Lein zugute gekommen wären¹. Er entzieht weiterhin dem Boden Wasser, was für den Lein gerade in kritischen Trockenperioden nachteilig sein kann und kann schließlich durch den Entzug von Licht die assimilierende Tätigkeit der Leinpflanzen herabsetzen. Das Zusammenwirken dieser drei Faktoren spiegelt sich wieder in einem manchmal ganz erheblichen Ertragsrück-

¹ Vgl. z. B. A. Stutzer u. L. Seidler: Fühlings Landw. Zeit. S. 429. 1908.

gang von Flachsstroh und Leinsaat. Sodann kommt als ertragsmindernd Befall durch die Leinseide in Betracht; das Nötige über dies parasitierende Unkraut ist bereits vorher (S. 175) mitgeteilt. Und schließlich ist noch eines Punktes zu gedenken: der Lagerbegünstigung durch Unkräuter. Flachs, der von rankenden und windenden Unkräutern, wie Galium Aparine, Polygonum Convolvulus, Vicia, Convolvulus arvensis befallen ist, unterliegt durch die Mehrbelastung und Vergrößerung der Angriffsfläche leichter der Wirkung von Regen und Wind als normaler Flachs, und durch das Lagern kann dann der Ertrag erheblich, ja bis zur Vernichtung, vermindert werden.

b) Qualitätsverminderung durch Unkräuter kann sich am Stroh wie auch am Korn bemerkbar machen. Stark mit Leinlolch durchsetztes Stroh z. B. ist für die Fasergewinnung im Werte gemindert oder sogar unbrauchbar, da die Lolchstengel, falls nicht aussortiert, die Röste passieren und in die Flachsfaser gelangen können. Starke Unkrautstellen im Felde können ferner eine ungleichmäßige Reife und Trocknung verursachen, was für die Faserqualität nachteilig ist; über die Folgen des Lagerns in dieser Hinsicht ist bereits vorn (vgl. S. 124) gesprochen worden, ebenso über die Wirkung der Seide (vgl. S. 178). — Die Qualitätsverminderung verunkrauteter Leinsaat wirkt sich darin aus, daß solche Saat im Verkaufswert gemindert ist. Im Faserflachsbau werden z. B. verunkrautete Saaten von Züchtungen nicht anerkannt, im Leinsaathandel für Ölgewinnung wird eine Reinheitsgarantie verlangt (z. B. für La Plata-Saaten Basis 4 % fremde Bestandteile¹). Wird in der gelieferten Partie der garantierte Reinheitsgrad nicht erreicht, so findet eine Verrechnung contra statt. Menge und Güte des Öles kann durch starke Unkrautsamenbeimischung leiden¹.

c) Sonstige Nachteile, die durch Unkräuter bedingt werden, sind z. B. Erschwerung der Strohsortierung in den Röstanstalten und Verzögerung des Raufens (Disteln!). Flachsunkräuter können ferner, was nicht allgemein bekannt ist, als Wirtspflanzen für Flachsschädlinge dienen (vgl. *Lygus pratensis*, *Calocoris bipunctatus*, *Asterocystis radialis* im Abschnitt „Krankheiten“) und so indirekt Schaden stiften. Und schließlich kann starker Unkrautbesatz die Saatreinigung erschweren und verteuern (*Lolium*), sowie vor allem die schon kostspielige Arbeit des Jätens noch mehr verteuern. *Lolium*früchte können giftig sein (s. S. 198).

Die Bekämpfung der Unkräuter kann erfolgen durch Saatreinigung, durch direkte Bekämpfung im Flachsfelde oder durch Bodenbehandlung.

¹ Vgl. weiteres im Abschnitt „Leinöl“, S. 242.

Der Saatreinigung kommt eine außerordentliche Bedeutung zu, sie ist das beste Vorbeugungsmittel, sie bürgt dafür, daß auf einem unkrautfreien Land nun auch wirklich ein sauberes Flachsfeld heranwächst, sie bringt ferner den Vorteil mit sich, daß die Entfernung von Kümmerkörnern den Unterwuchs, die Entfernung von Blatt-, Stengel-, Kaspelresten die Gefahr der Erkrankung (Leinrost!) herabsetzt. Die Anwendung moderner Reinigungsmaschinen kann deshalb nicht dringend genug empfohlen werden (Näh.s. S. 96). Man soll, ganz besonders im Faserflachsbau, deshalb an die Reinheit der Saat die größten Anforderungen stellen — es genügt nicht, daß man sich etwa mit 97,5 % Reinheit begnügt. Wenn z. B. von den fehlenden 2,5 % fremder Bestandteile 2 % aus Unkrautsamen bestehen, so ist das dem absoluten Gewicht nach zwar wenig; man darf aber nicht vergessen, daß die Zahl der Unkrautsamen in diesen zwei Gewichtsprozent ganz erheblich sein kann. So wiegen z. B. je 1000 Samen der Leinseide nur 0,65 g, des Gänsefußes (*Chenopodium album*) nur 0,71—0,9 g, des Leindotters (*Camelina dentata*) nur 2,0—2,7 des Ackersenfs (*Sinapis arvensis*) nur 1,8—2,1 g usw. Bei einer Aussaatstärke von 50 Pfd. Leinsamen pro Morgen würden zwei Gewichtsprozent an Unkrautsämereien 100 g ausmachen, d. h. es würden theoretisch pro Morgen an Unkrautsamen auf den Acker gebracht werden können: Seide = 153000 Korn oder Gänsefuß = 125000 Korn, Leindotter = 40000 Korn oder Ackersenf = 50000 Korn usw. Diese hohen Zahlen geben ein kleines Beispiel für die Wichtigkeit einer tadellosen, gründlichen Saatreinigung.

Die direkte Bekämpfung im Felde hat gegenüber der vorbeugenden Saatreinigung mancherlei Nachteile aufzuweisen. In erster Linie kommt bekanntlich für Breitsaat das Jäten in Betracht; es ist kostspielig, führt nur zum besten Ziel, wenn es sehr sorgfältig vorgenommen wird, und ist von der Witterung \pm abhängig, so daß es z. B. bei dauernd nassem Wetter manchmal überhaupt nicht möglich ist. Für unkrautwüchsige Flachsfelder ist Jäten trotz dieser Nachteile gleichwohl dringend erforderlich, da sonst die vorhin geschilderten Schädigungen durch das Unkraut auftreten. Bei der immer mehr verbreiteten Drillsaat wird die Reinigung des Feldes durch Handhacken oder Hackmaschinen erreicht; das hat gleichzeitig den Vorteil der Bodenlockerung, muß aber frühzeitig genug geschehen, da im späteren Stadium der Flachsstengel beschädigt werden kann¹. Auch chemische Bekämpfungsmittel sind empfohlen worden (z. B. 15—20—25 % Eisenvitriollösung, 3—5 % Kupfervitriollösung, sogar Schwefelsäure², feingemahlener Kainit, Kalkstickstoff usw.), doch haben sie vorläufig noch

¹ Durch Knickung, vgl. Hagelschäden, S. 123 unten.

² Rabaté (1919) empfiehlt pro Hektar 1200 Liter einer 10 volumprozent. Lösung.

manche Nachteile (unsichere Wirkung, Schädigung des Leins, Kostenfrage), so daß man vor genauerer Klärung von ihrer Anwendung besser absieht.

Die letzte Möglichkeit zur Beseitigung der Unkräuter wäre eine zweckentsprechende Behandlung des Bodens vor der Aussaat. Vgl. dazu vorn, S. 82.

B. Besonderer Teil.

1. In den Leinsaaten vorkommende Unkräuter.

Sowohl der Zahl als auch der Art nach ist das Auftreten der Flachsunkräuter starken Schwankungen ausgesetzt. Der Grund dafür liegt einmal in der unterschiedlichen Pflege des Feldes und dem Reinigungsgang der Saat, zum anderen in der geographischen Verschiedenheit der Anbaubezirke. Letztere ist ganz besonders wirksam, sie kann die Zusammensetzung so beeinflussen, daß selbst räumlich nicht allzuweit auseinander liegende Anbaugelände doch recht erhebliche Unterschiede zeigen. Daß entfernt auseinander liegende Anbaugelände mit verschiedenen Florengebieten und Flachsbaubedingungen — z. B. argentinische Ölleinbau und westeuropäischer Faserleinbau — solche Unterschiede zeigen, ist eine Selbstverständlichkeit, die in den weiter unten folgenden Listen der Unkräuter klar zu Tage tritt. Es hat sich herausgestellt, daß, je nach der geographischen Herkunft, typische Unkräuter auftreten, die gestatten, das Ursprungsland der Leinsaaten nach ihnen mit ziemlicher Sicherheit zu bestimmen (Filter 1919). So kommt z. B. *Centaurea melitensis* und *Anthemis Cotula* nur in argentinischer Leinsaat vor, usw. Von diesen Unkräutern, die für die Herkunft typisch sind, kann man unterscheiden solche Unkräuter, die für die Leinsaat an sich bezeichnend sind: Charakterunkräuter des Flachses. Hierzu ist z. B. zu rechnen *Cuscuta Epilinum*, die bekannte weitverbreitete Flachsseide, die nicht nur im europäischen Flachs, sondern weiterhin auch in marokkanischen, japanischen, türkischen Flächsen auftritt (in den nord- und südamerikanischen Leinsaaten sowie ostindischen fehlt sie); hierhin gehören ferner Pflanzen wie *Camelina*, der Leindotter und *Lolium remotum*, der Leinlolch. Beide verdanken ihr häufiges Vorkommen dem Umstand, daß sie in ihrer Biologie eng an den Lein angepaßt sind, *Lolium* vor allem der Tatsache, daß seine Samen wegen ihrer großen Ähnlichkeit mit Gewicht und Größe des Leinkorns sich bei der Reinigung schwer entfernen lassen. — Im folgenden sollen nun die hauptsächlichsten Unkräuter aufgezählt werden, wobei wir, wie sich aus dem eben Gesagten ergibt, die verschiedenen Anbaugelände berücksichtigen. Bezüglich der ausländischen Gebiete sind dabei vor allem die Untersuchungen von Filter (1919) zugrunde gelegt. Alle Aufzählungen sollen nur Beispiele geben; weitergehende ausführliche Schilderungen würden den Rahmen des Buches hier überschreiten.

Deutsche Leinsaaten weisen als häufigste Unkräuter auf:

Lolium remotum, *Camelina dentata*, *Polygonum lapathifolium*, *P. Convolvulus*, *Chenopodium album*, *Spergula arvensis*, *Galium Aparine*, *Centaurea cyanus*, *Convolvulus arvensis*, *Thlaspi arvense*, *Cirsium arvense*, *Vicia tetrasperma*, *Sinapis arvensis*, *Cuscuta epilinum*, *Fumaria officinalis*, *Stellaria media*, *Ornithopus sativus*.

In dieser Liste können, je nach der Landschaft usw., manche Arten fehlen oder durch andere ersetzt werden, wie z. B. *Galeopsis Tetrahit*, *Anthemis arvensis*, *Lapsana communis*, *Geranium dissectum*, *Raphanus Rraphanistrum*, *Cirsium arvense*, *Vicia hirsuta*, *Vicia angustifolia* usw.

Häufigkeit und Stärke des Auftretens in den Leinsaatproben ist, wie schon erwähnt, je nach Pflege des Feldes und Reinigungsgang der Saat sehr verschieden.

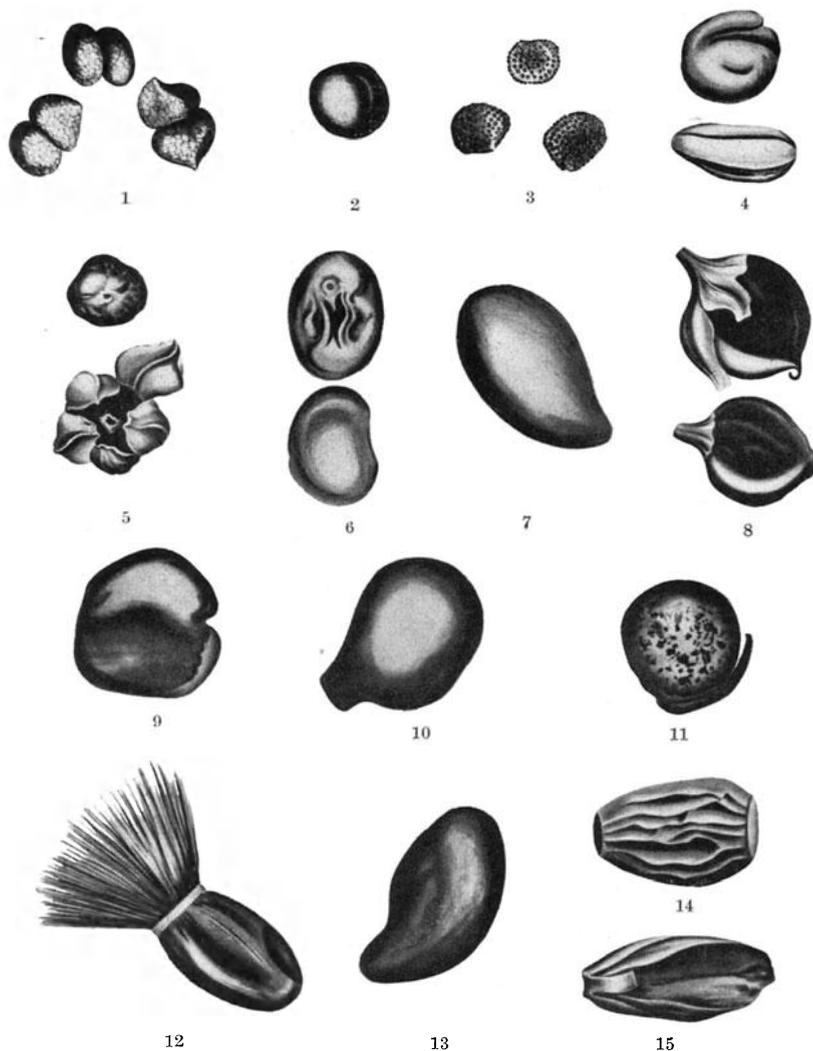


Abb. 63. Unkrautsamen im Flachs. 7 und 13 Leinsame zum Vergleich der Größe
 1 Leinseide. 2 Ackersenf. 3 Vogelmiere. 4 Leindotter. 5 Gänsefuß. 6 Klebkraut. 8 Flohknö-
 terich. 9 Spörgel. 10 Hohlzahn. 11 Wicke. 12 Kornblume. 14 Serradella. 15 Leinloch.
 (Nach G. Tobler.)

In den von mir untersuchten Saaten (schlesische, brandenburgische, westfälische, sächsische) traten am stärksten auf *Lolium remotum*, *Polygonum lapathifolium* und *P. Convolvulus*, *Chenopodium album*, während z. B. *Cuscuta* und *Thlaspi* ganz selten vorkamen. Als Beispiel sei im folgenden der Unkrautbesatz von 100

wahllos herausgegriffenen Leinsaatproben angeführt, die mir aus der Ernte 1924 von Röstanstalten und Gütern zur Prüfung eingesandt wurden. Die Zusammenstellung gibt an, wieviel Leinsaatproben die angeführten Kornzahlen an Unkraut aufzuweisen hatten; Gewicht der Leinsaatprobe je 100 g.

Unkraut ¹	Anzahl der Leinsaatproben						
	0 Korn	1-50 Korn	50-100 Korn	100-200 Korn	200-300 Korn	300-400 Korn	über 400 Korn
<i>Lolium remotum</i>	32	42	13	5	3	2	3
<i>Polygonum Convolvulus</i> .	43	43	6	7	1	—	—
<i>P. lapathifolium</i>	45	35	9	7	3	1	—
<i>Camelina dentata</i>	86	11	2	1	—	—	—
<i>Chenopodium album</i> . . .	61	22	6	5	3	2	1
<i>Spergula arvensis</i>	80	12	5	2	1	—	—
<i>Galium aparine</i>	84	13	2	1	—	—	—
<i>Cuscuta epilinum</i>	97	3	—	—	—	—	—
<i>Thlaspi arvense</i>	95	3	1	1	—	—	—
<i>Centaurea cyanus</i>	87	13	—	—	—	—	—
<i>Convolvulus arvensis</i> . .	94	4	2	—	—	—	—
<i>Fumaria officinalis</i> . . .	95	4	1	—	—	—	—

Aus der Tabelle geht die Gefährlichkeit des Lolches klar hervor, er übertrifft alle anderen Unkräuter an Häufigkeit und Stärke, nur 32% der Proben waren lolchfrei. Die guten Zahlen, die Seide (97%), *Thlaspi* (95%), *Camelina* (86%) hier aufzuweisen haben, würden sofort fallen, wenn eine entsprechende Tabelle von Saaten, die aus bäuerlichem Kleinanbau stammen, gebracht würde.

Als Beispiel für den Unkrautbesatz süddeutscher Leinsaaten sei hier auf die Zusammenstellung hingewiesen, die Gentner (1923, S. 293) für 25 aus ganz Bayern stammende Proben der Ernte 1921 gab (außer *Cuscuta*, die in Bayern sehr stark auftrat!).

Als spezifische Unkräuter in holländischer Leinsaat sind nach Frank (1920) zu bezeichnen *Alopecurus agrestis* (duist) und *Lolium Westerwoldicum*. Die Reinheit der holländischen Saaten dürfte im allgemeinen gut sein².

Nordrussische Leinsaat, einschließlich der aus den Ostseestaaten stammenden Herkünfte, ist charakterisiert durch die folgenden Arten, die stets in großer Menge auftreten: *Polygonum lapathifolium*, *P. Persicaria*, *Lolium remotum*, *Spergula maxima*, *Sp. arvensis*. Daneben treten aber, z. T. auch zahlreich, weitere Arten auf, wie *Camelina dentata*, *C. sativa*, *Centaurea Cyanus*, *Galeopsis Tetrahit*, *Thlaspi arvense*, *Anthemis arvensis*, usw. *Cuscuta* fehlt im allgemeinen; tritt sie auf, so liegt die Wahrscheinlichkeit nahe, daß das Muster südrussische Saat enthält. In Livland ist nach Schindler (1894, S. 27) *Polygonum lapathifolium* das häufigste Unkraut, ferner treten in fast jedem Flachsacker auf *Chrysanthemum leucanthemum*, *Sonchus arvensis*, *Camelina dentata*, *Lolium lincolnum* usw. Die Reinheit der Saaten läßt im allgemeinen sehr viel zu wünschen übrig, so daß gründliche Nachreinigungen nötig sind.

Für südrussische Saat sind besonders kennzeichnend: *Sinapis dissecta*, *S. alba*, *Brassica elongata*, *Br. Bessieriana*, *Melilotus officinalis*, *Coronilla varia* nach

¹ Ohne Berücksichtigung von ganz vereinzelt auftretenden weiteren Arten.

² Vgl. die Berichte der Rijksproefstation voor Zaadcontrole te Wageningen. Für 36 Proben der Ernte 1921 wurde z. B. eine mittlere Reinheit von 98,4% gefunden.

Filter, während Ferle als typische Beimengungen angibt *Sinapis alba*, *Panicum miliaceum*, *Galeopsis Tetrahit*, *Setaria viridis*, *Echinosperrum Lappula*, *Cuscuta epilinum*, *Panicum Crus Galli*. Malzew (1923) verzeichnet *Brassica dissecta* Boiss. als Spezialunkraut. Als Begleitunkräuter nennt Filter noch *Sinapis arvensis* (in keiner anderen Provenienz so zahlreich), *Convolvulus arvensis*, *Panicum miliaceum*, *Vaccaria parviflora*, *Setaria viridis*, *Glaucium corniculatum*, *Allium rotundum*, *Raphanus sativus*. Nach Frank (1920) ist ein zahlreiches Vorkommen von *Camelina dentata* und *Cuscuta epilinum* für südrussische Saaten typisch. Da *Cuscuta* in den feuchten Klima Nordrußlands nicht recht gedeiht (Schindler 1894), so spricht ein häufiges Auftreten in russischen Leinproben dafür, daß die Saat mindestens teilweise mit südrussischer „Steppensaat“ vermischt ist.

Für ostrussische Saaten (Wjatka, Kama Rayow, Wolga) fand Filter Anklänge an nordrussische Saaten (*Spergula maxima* und *arvensis*) und südrussische Saaten (*Sinapis dissecta*). Eine sibirische Probe enthielt unter anderem auch schon das in chinesischer Saat vorkommende *Corispermum hyssopifolium*.

Chinesische Leinsaat führt nach Filter als charakteristische Beimengungen: *Corispermum hyssopifolium*, *Polygonum tartaricum*, *Salsola Kali*, *Setaria italica* und besonders auffallend und zahlreich die gelbsamige Varietät von *Brassica Besseriana* Andr. Daneben treten auf *Setaria glauca* und *viridis*, *Panicum miliaceum*, *Eruca sativa*.

Japanische Leinsaat zeigt große Ähnlichkeit im Unkrautbesatz mit nordrussischer: *Lolium remotum*, *Spergula maxima*, *Sp. arvensis*, *Camelina dentata*. Charakteristisch ist das häufige Vorkommen von *Brassica Napus*, die Filter in keiner anderen Herkunft fand. *Polygonum lapathifolium* und *P. Persicaria* fehlten vollständig.

Mediterrane Leinsaaten (Marokko und Türkei) allgemein zeigen als charakteristischen Unkrautbesatz: *Torilis nodosa*, *Arthrolobium scorpioides*, *Bupleurum protractum*, *Chrysanthemum coronarium*, *Cephalaria syriaca*, *Phalaris brachystachys*, *Ph. canariensis*, *Ph. paradoxa*, *Bromus maximus*, *Trigonella Foenum graecum*, *Silene cretica*, *Rapistrum orientale*. Stebler¹ fand außerdem in einer Probe noch *Kruberia leptophylla* Hoffm., *Melilotus sulcatus*, *Rapistrum rugosum*, *Rumex pulcher*, *Avena sterilis*. Für die marokkanische Saat sind *Bromus maximus*, *Chrysanthemum coronarium* und *Bupleurum protractum* besonders charakteristisch, für die türkische namentlich *Silene gallica*. In der türkischen Saat treten als Begleitsamen auf: *Asperula arvensis* (sehr häufig), *Salvia sclarea*, *Rapistrum orientale*, *Coriandrum sativum*, *Scandix Pecten Veneris*.

Ostindische Leinsaat (Bombay und Kalkutta) ist durch die folgenden typischen Unkräuter charakterisiert: *Brassica campestris* var. *Sarson* Prain (*Sinapis glauca* Roxb., *Brassica glauca* Wittm.), *Brassica dichotoma* Prain, *Brassica juncea* H. f. et T., *Asphodelus tenuifolius*. Als Begleitsamen nennt Filter: *Lathyrus sativus* var. *indicus*, *Cicer arietinum* (kleinsamige dunkelrotbraune Varietät), *Guizotia abyssinica*.

Argentinische Leinsaat enthält nach W. von Petery² als häufigste Unkräuter: *Anthemis cotula*, *Brassica campestris*, *Lolium multiflorum* Lmk., *Phalaris intermedia* Bose, *Polygonum Convolvulus*; daneben noch *Agrostemma Githago*, *Amaranthus clerostachys* Willd., *Ammi visnaga* Lmk., *Argemone mexicana* L., *Avena fatua*, *A. sativa*, *Bromus unioloides* H. et K., *Camelina dentata*, *Centaurea melitensis* L., *Chenopodium hircinum* Schrad., *Ch. murale* L., *Convolvulus arvensis*, *Datura stramonium*, *Echium violaceum*, *Galphimia brasili-*

¹ Jahresber. d. Schweiz. Samen-Untersuch.-Anstalt Zürich 1905/06, S. 21. — Jahresber. Verein. f. angew. Bot. 1906, S. 228.

² Internat. Agrik. wiss. Rundschau, Rom, Neue Folge Bd. I, S. 1279. 1925.

ensis Juss., *Lepidium pubescens* Desv., *Lithospermum arvense*, *Lolium temulentum*, *Melilotus parviflorus* Desf., *Panicum Bergi* Arech., *Phalaris canariensis*, *Polygonum chilense* Meisn., *Raphanus sativus*, *Rapistrum rugosum* All., *Rumex spec.*, *Setaria imberbis* Roem., *Silybum marianum*, *Vaccaria segetalis* (Nock.) Garcke. Eine Bestimmung der Herkunft aus den verschiedenen Provinzen Argentiniens mit Hilfe der Unkräuter ist nach Petery nicht möglich, da die Unkräuter ziemlich gleichförmig verteilt sind. Filter gibt als charakteristisch an: *Bromus unioloides*, *Brassica campestris*, *Anthemis Cotula*, *Melilotus parviflorus*, *Lolium brasilianum* Nees, *Centaurea melitensis*, *Rumex pulcher*, *Phalaris minor*. Besonders stark tritt *Lolium brasilianum* auf. Kinzel¹ fand *Silene gallica* häufig in Leinkuchen argentinischer Herkunft. Typisch ist auch das Fehlen der Seide.

Nordamerikanische Leinsaat (Vereinigte Staaten und Kanada) enthält nach Filter als besonders charakteristische Unkräuter *Grindelia squarrosa*, *Helianthus annuus* (wilde Sonnenblume), *Sisymbrium sinapistrum*. Sonst ist besonders auffallend *Erysimum orientale*, das in keiner anderen Herkunft so häufig war. *Polygonum Convolvulus* war stets vorhanden, während die übrigen Polygonumarten fehlen. *Cuscuta* fehlt auch hier wieder wie in den südamerikanischen Leinsaat. In kanadischer Saat fanden sich ferner *Camelina dentata* und *C. sativa*, *Avena sativa*, *Amarantus retroflexus*, *Triticum repens*, *Chenopodium album*, *Thlaspi arvense*, *Brassica Besseriana*, *Sinapis arvensis*, *Panicum Crus Galli*, *Echinochloa crus-galli*.

2. Beschreibung einiger Flachsunkräuter.

1. *Lolium remotum* Schrank, Leinlolch. Synonyma sind *L. liniculum* A. Braun und *L. arvense* Schrader. 30—65 cm hohes Gras. Frucht von den Spelzen eingeschlossen. Pflanze einjährig, ohne Laubtriebe, nur Blütenstengel treibend. In Blüte- und Reifezeit mit dem Flachs übereinstimmend². Scheinfrucht 4—5 cm lang, 1,6 cm breit, 1 mm dick, Deckspelze stark übergreifend. Frucht 3—4—5 mm lang, 1,2—2,1 mm breit, 1 mm dick, auf der Außenseite flach gerundet, innen ganz flach, ohne oder mit ganz seichter Furche. Tausendkorngewicht 3,9—4,4 g. Leinlolchfrüchte können ebenso wie der verwandte Taumellolch, *L. temulentum*, ein Pilzmyzel enthalten und giftig wirken (Neubauer 1902). Nach Steglich³ traten in der Lausitz mehrfach Vergiftungserscheinungen auf nach dem Genuß von Leinöl aus Leinsaat, die viel Leinlolch enthielt. Eine Leinsaat aus der Gegend von Bautzen hatte 1,4% Leinlolch. — Der Lolch gehört zu den am schwierigsten bei der Saatreinigung zu entfernenden Unkräutern; am besten gelingt seine Beseitigung durch das Vorreinigen der Leinkapseln mit weitmaschigen Sieben. Seine Entfernung ist wichtig, da seine Halme die Röste passieren und den Schwungflachs verunreinigen können.

Nah verwandt sind: *Lolium temulentum* L., der Taumellolch, und *L. brasilianum* Nees, beide in argentinischer Leinsaat auftretend. Letztere Art, „argentinisches Raigras“ genannt, ist eine südamerikanische Varietät des *L. multiflorum* Lmk. (italienisches Raigras) und unter Lein so häufig, daß es bei der Ernte als Nebenprodukt gewonnen wird. Das Tausendkorngewicht der Scheinfrüchte beträgt 1,839 g, die Grannen sind im Durchschnitt nur 3 mm lang. Einjährig. Das für holländische Leinsaat angegebene *L. Westerwoldicum* ist gleich-

¹ Jahresber. Verein. f. angew. Bot. Bd. 2, S. 59. 1914.

² Betr. Biologie vgl. Morosow (1920).

³ Sächs. landw. Zeit. 1921, S. 75. Vgl. auch E. M. Freeman in Philos. Transact. roy. soc. London, Ser. B Bd. 196, S. 1. 1903.

falls eine einjährige Varietät von *L. multiflorum*; Tausendkorngewicht 2,1 bis 2,8 g.¹ — Ferner kommt *L. perenne* L., Raigras, gelegentlich vor.

2. *Camelina dentata* Pers., Leindotter². Syn. *Camelina linicola* Schmp. et Sp. = *C. foetida* Fr. = *C. primatifida* Hornemann. — Einjähriges, zu den Kreuziferen gehörendes Kraut, 0,35—0,80 m hoch. Blüte hellgelb. Schötchen kuglig-birnförmig. Samen dottergelb, rundlich, eiförmig, manchmal fast kuglig, 2,5—3,5 mm lang, 1,3—2,3 mm breit, 1,3—2,1 mm dick. Tausendkorngewicht 2—2,8 g. Typisches, weitverbreitetes Leinunkraut, Deutschland, Holland, Irland, Nordrußland, Ostrußland, Japan, Nordamerika.

An seine Stelle tritt öfters *C. sativa* (L.) Crantz, der Saadotter, z. T. als Ölpflanze gebaut. Schötchen birnförmig, früh derb-verholzend, ebenso wie die Samen fast nur halb so groß als bei voriger Art.

3. *Polygonum lapathifolium* L., ampferblättriger Knöterich³. Syn. *P. nodosum* Pers. — Einjähriges, zu den Polygonazeen gehörendes, oft rötliches, bis 1 m hohes Kraut; Blütenhülle rosa oder weiß. Frucht flach, glänzend, dunkelbraun bis schwarz, fast kreisrund, oben mit feiner Spitze, beiderseits vertieft, 2,8—4,5 mm lang, 0,82—1,1 mm dick. Tausendkorngewicht 3,2—3,7 g. Sehr weit verbreitet und unter Leinsaat sehr häufig, besonders auch in nordrussischen Saaten („Wanzen“).

4. *Polygonum Convolvulus* L., Winden-Knöterich. Der windende Stengel wird bis 1 m lang. Blütenhülle grün. Früchte dreikantig, schwarz, glanzlos, runzlig-gestreift, meist eng umschlossen von dem matten, graugrünen Perigon. Größe wechselnd, 3,0—3,5—5 mm lang, 1,8—2,7 mm dick. Tausendkorngewicht 3,4—5,2 g. Durch Europa, gemäßigtes Asien, Nordamerika verbreitet, häufig unter Getreide, Klee und Flachs, letzterem durch das Umwinden schädend (Lagergefahr). Ist auch in südamerikanischen Leinsaaten eins der häufigsten Unkräuter.

Von verwandten *Polygonum*-Arten treten als Flachsunkräuter auf: *P. Persicaria* L., mit länglich-lanzettlichen, oft schwarz gefleckten Blättern, weißlichen oder purpurroten Blütenhüllen, Frucht beiderseits flach oder auf einer Seite gewölbt, oben mit dünner Spitze, etwa 2 mm lang, 0,8 mm dick. Kosmopolit. Ferner in chinesischen Leinsaaten *P. tartaricum*.

5. *Thlaspi arvense* L., Pfennigkraut. Einjähriges oder überwinterndes, zu den Kreuziferen gehörendes Kraut, bis 45 cm hoch, grasgrün, widrig riechend. Blüten weiß. Schötchen fast kreisrund, groß, mit breitem, am Grunde abgerundetem Flügelrande. Fächer 5—7 samig. Samen frisch dunkelpurpurn, später schwarz, glänzend, durch 5—7 feingekerbte Rippen bogig-gerieft, 2 mm lang, 1,6 mm breit, 1 mm dick. Tausendkorngewicht 0,9 bis 1,2 g. — Europa, Asien; in Nordamerika eingeschleppt.

6. *Chenopodium album* L., Weißer Gänsefuß. Einjähriges, in die Familie der Chenopodiaceen gehörendes, 0,15—1,0 m hohes, ästiges Kraut. Blüten klein, unscheinbar, in dichten Knäulen. Frucht flachgedrückt, nierenförmig, schwärzlichgrau, matt, bisweilen feintrunzlig oder radial gestreift, 0,9 mm dick, Durchmesser 1,5—1,6 mm. Oft noch vom grauen, aus fünf scharfgekielten Blättchen bestehenden Perigon umhüllt, dann 1,8 mm Durchmesser. Der Same, erst nach Entfernung der dünnen Fruchtschale sichtbar, ist glänzend schwarz, äußerst fein punktiert, am Rande scharfkantig. Tausendkorngewicht der Früchte 0,7—0,9 g. —

¹ Wird auch (Inst. f. angew. Bot. Hamburg) als *L. multiflorum* var. *Gaudini* angesehen.

² Vgl. Tedin: Vererbung, Variation und Systematik in der Gattung *Camelina*—*Hereditas* Bd. 6, S. 275—386. 1925.

³ Oft auch Floh-Knöterich genannt.

Lästiges, reich fruchtendes, fast kosmopolitisches Unkraut. Ist auch Wirtspflanze für *Thielavia basicola* (s. o.).

7. *Convolvulus arvensis* L., Acker-Winde. Zu den Convolvulazeen gehörendes, 0,2—1,0 m hohes Gewächs mit ausdauerndem Wurzelstock im Untergrunde. Stengel windend. Blumenkrone mittelgroß, glockig-trichterförmig, rosa oder weiß. Frucht eine eiförmige, spitze, kahle Kapsel, zweifächrig. Same tief schwarz oder schwarzbraun, länglich-rund, dreiteilig, feinwarzig, 3,4—4,1 mm lang, 2,3—2,5 mm breit, 1,9—2,1 mm dick. — Weitverbreitetes, lästiges Ackerunkraut, dessen Bekämpfung infolge der zahlreichen, tiefgehenden, lebenskräftigen Rhizome schwierig ist. Nur durch sehr tiefes Pflügen kann der Wurzelstock an die Oberfläche gebracht und dann sicher vernichtet werden. Schädigt durch Umwinden die Flachspflanze in der Assimilationsfähigkeit und verstärkt die Lagergefahr.

8. *Galium Aparine* L., Kletterndes Labkraut, Klebkraut, Kleber. In die Familie der Rubiaceen gehörendes, kletterndes Kraut, das bis 1,20 m, sogar bis 1,75 m, lang werden kann. Blüte klein, weißlich bis grünlich, Blütezeit Juni bis Herbst. Frucht graugrün bis gelblichgrün, kuglig-rund, von wechselnder Größe, Durchmesser 2—3—3,5 mm, dicht mit kurzen hakigen Borsten besetzt, mit deren Hilfe die Früchte leicht hängen bleiben und verschleppt werden. Interessant ist, daß gerade im Flachsfeld eine Abart mit kleinen, nicht hakig-rauhen, nur feinkörnig-rauhen, fast glatten Früchten auftritt, *G. Aparine* var. *spuri-um* L., die früher auch als eigene Art unterschieden wurde. — Gemeines Unkraut, das bei stärkerem Auftreten im Flachsfeld recht schädlich werden kann durch Unterdrückung des Leins, Verzögerung der Reife und Lagerbegünstigung¹. Die Samen bewahren ihre Keimkraft eine längere Reihe von Jahren und keimen erst nach einer Ruheperiode, so daß also die im Sommer und Herbst ausgefallenen Früchte durch Bodenbearbeitung nicht noch im gleichen Jahre zum Aufgehen gebracht werden können.

Von verwandten Arten treten bisweilen auf *G. Mollugo* L., das gemeine Labkraut, Früchte kahl, etwas runzlig, 1,0—1,4 mm lang, und *G. tricornis* Withering, das dreihörnige Labkraut, Früchte warzig, 1,6—2,35 mm lang.

9. *Centaurea Cyanus* L., Kornblume. Die zu den Kompositen gehörende, allgemein bekannte Pflanze bildet in ihren blauen Blütenkörben etwa 12—22 Schließfrüchtchen (Achaenen) aus. Die Früchte sind 3,8—4,1 mm lang, 2,0—2,2 mm breit, 0,9—1,2 mm dick (Fruwirth²); A. Herzog (1918) gibt für die Breite 1,66—2,17 mm, für die Dicke 1,01—1,61 mm an. Farbe weißgrau, pergamentartig glänzend; am oberen Ende sitzt eine Haarkrone (Pappus), die aus hellbraunen, rotblonden oder violetten, in der Länge fast der Frucht gleichkommenden, steifen, gezähnten Borstenhaaren besteht. Tausendkorngewicht nach Fruwirth 4,9—5,2 g, nach Herzog 3,71 g, nach eigenen Wägungen 3,59—3,88 g. — Weitverbreitetes Unkraut, z. T. schon im Herbst keimend, dann im nächsten Frühjahr große Pflanzen bildend (Fruwirth fand bis zu 2453 Früchte pro Pflanze!), z. T. mit der Aussaat im Frühjahr keimend, dann kleinere Pflanzen bildend. Aus der Leinsaat durch Windfegen usw. entfernbar, auf dem Felde Vernichtung der Keimpflanzen durch Eggen im Herbst und Frühjahr.

In La Plata-Leinsaat tritt *Centaurea melitensis* L. als Charakteristikum auf. *C. Picris* wurde von Filter gelegentlich in südrussischer, *C. solstitialis* in persischer Leinsaat gefunden.

¹ In der Lausitz sah ich z. B. Sommer 1926 Flachsfelder, die durch das Labkraut so völlig überwuchert waren, daß von einem Ertrage kaum die Rede sein konnte!

² Die Kornblume. Arb. d. dtsh. Landw.-Ges. 1913. H. 240.

10. Sinapis arvensis L., Ackersenf¹. Syn. Brassica Sinapistrum Boiss. — Einjähriges, zu den Kruziferen gehörendes, 0,3—0,6 m hohes Kraut, Blüten goldgelb. Schoten kahl oder kurz-steifhaarig, mit zwei Klappen aufspringend. Samen kuglig, braunrot bis schwärzlich, sehr fein grubig, 1,3—1,6 mm Durchmesser. Tausendkorngewicht 1,5—1,9 g. — Allgemein verbreitetes Unkraut², häufig in deutschen, russischen, türkischen Leinsaaten. Die ölhaltigen, schwach senfartig schmeckenden Samen können die Qualität des Leinöls beeinflussen. Sie können ihre Keimfähigkeit bis zu 25 Jahren bewahren³, Bekämpfung im Boden deshalb schwierig.

Von anderen Sinapis-Arten findet sich gelegentlich *S. alba* L., der weiße Senf, im Lein und *S. dissecta* Lagasca häufig in südrussischen Leinsamen.

11. Spergula arvensis L., Ackerspörgel, Ackerspark. Einjähriges, zu den Caryophyllazeen gehörendes, 0,15—0,50 m hohes Kraut mit kleinen weißen Blüten. Frucht eine kleine, eiförmige Kapsel mit fünf Klappen. Samen klein, schwarz, mit sehr schmalem, weißen, glatten Flügelrande, feinpunktiert oder feinwarzig, kuglig-linsenförmig, Durchmesser 1,0—1,4 mm, Dicke 0,7—0,9 mm, Tausendkorngewicht 0,8—1,2 g. Diese Art ändert ab: *Spergula maxima* Weihe, als Stoppelsaat gebaut, bis 1 m hoch, Samen fast dreimal größer; *Spergula sativa* Boenng., Samen sammetschwarz, kahl, sehr fein punktiert; *Spergula vulgaris* Boenng., Samen mit weißlichen, zuletzt braunen Warzen besetzt.

Als Unkraut häufig in deutschen, nordrussischen und japanischen Leinsaaten.

¹ In der Landwirtschaft mit *Raphanus Raphanistrum* L. zusammen als „Hederich“ bezeichnet.

² Samen zur Ölgewinnung brauchbar.

³ Beseler: Arb. d. dtsh. Landw.-Ges. H. 17, S. 191. — Schultz, G.: ebenda, H. 158.

III. Verarbeitung und Verwendung des Ertrages.

Neuntes Kapitel.

Die Ernte des Flachsstrohes.

(F. Tobler.)

Mit Rücksicht auf die Faserausbeute der Stengel unterliegt die Ernte des Flachses in den meisten Anbaugebieten noch heute einer eigenartigen Erschwerung, deren Sinn die möglichst vollständige Gewinnung der Stengel ist. Der Flachs wird zum Zweck der Faserernte im allgemeinen nicht geschnitten, sondern „gerauft“, d. h. die Pflanzen werden in kleinen Bündeln mit der Hand aus dem Boden gezogen (Abb. 64). Es geschieht dies zu einer Zeit, da die Blätter unten bereits abfallen und der Stengel am Grunde gelb zu werden beginnt (man pflegt anzugeben: etwa 100 Tage nach der Aussaat, also bei uns etwa um die Mitte Juli). Dieser Zustand des Stengels ist unter Berücksichtigung seiner natürlichen weiteren Veränderung für die Röste und Faser der erfahrungsgemäß günstigste. Sehr früh und noch grün geerntete zartere Stengel können in Belgien besonders feinen Flachs ergeben. Zu spät gesäte (Herbstflachs) werden — auch trocknend — nicht mehr gelb und sind sehr schwer zu verarbeiten. Zur Zeit der Ernte ist der Boden meist trocken, daher ist es gleichzeitig nicht schwer, von den ausgezogenen Flachspflanzen die anhaftenden Erdpartikelchen mehr oder weniger abzuschütteln, worauf die Pflanzen reihenweise und leidlich parallel zueinander zunächst ausgelegt werden (Kuhnert 1920). Wichtig ist übrigens, daß bei dieser Art des Erntens auf Unkrautbestände insofern Rücksicht genommen werden kann, als man diese entweder stehen läßt oder beim Raufen aus den gerauften Bündelchen herauszieht. Die Aufbewahrung des geernteten Strohes wechselt nach ihrer Form und Gewohnheit in den verschiedenen Gebieten stark. Der auf diese Weise durch mühsame Handarbeit geerntete Flachs wird nach kurzer Zeit (z. B. am andern Tage, jedenfalls nicht später) in losen Bündeln auf dem Felde aufgestellt, um dort in aufrechter Lage zu trocknen, bis die Abfahrt der Ernte erfolgt. Selbst bei stärkerer Feuchtigkeit von außen ist durch die Art der Aufstellung in den sogenannten Kapellen für das Trocknen und Windschutz gesorgt. Der Regen läuft

an den zu schrägen Haufen gegeneinander gestellten, oben mit einigen Lagen bedeckten, etwa 1 m langen Kapellen so herab, daß er nicht ein-

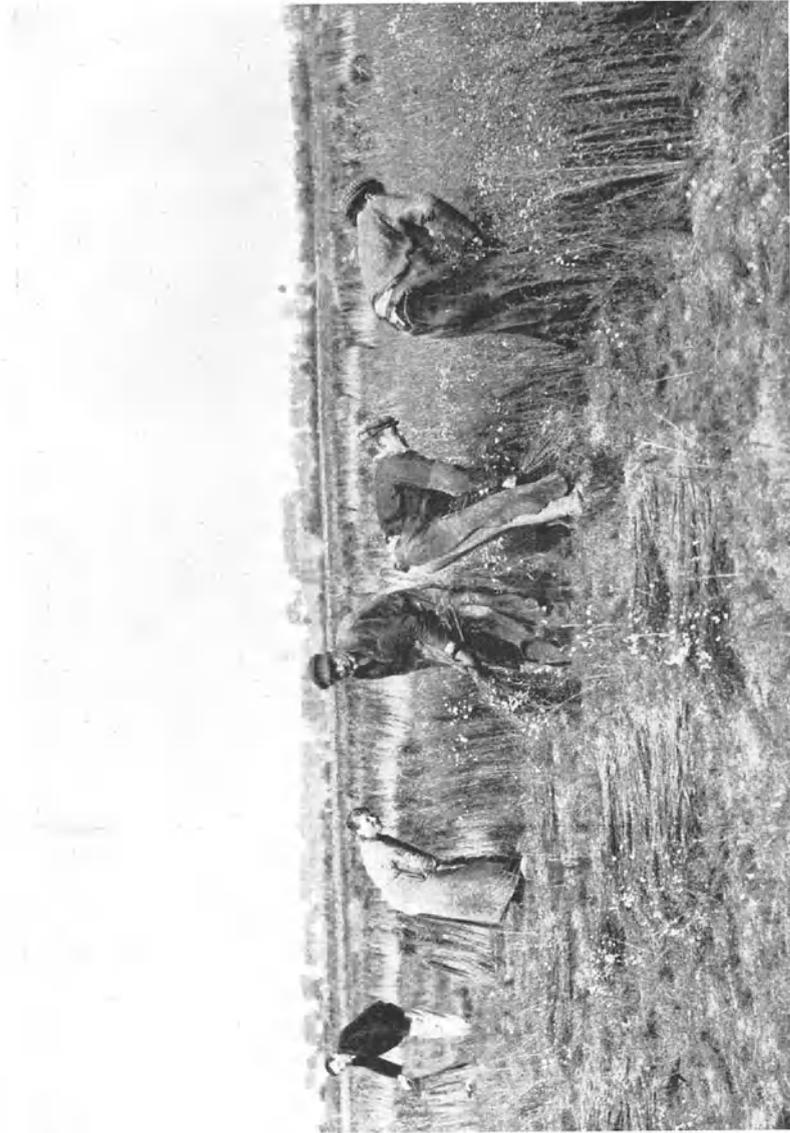


Abb. 64. Flachsraufen in Flandern (n. Frost).

dringt, außen aber wenig Schaden bringt. Es zeigt sich das in der guten Erhaltung der gelbgrünen Farbe im Innern der Kapellen und dem weit-

gehenden Nachreifen der Kapellen. Es sind auch darunter gesetzte Gestelle üblich, in Westeuropa, auch in Süddeutschland. Alles, was nach dem Raufen mit dem Flachsstroh geschieht, hat Rücksicht zu nehmen darauf, daß, abgesehen von der möglichst guten Erhaltung der Faser, die sich während des Stehens in Kapellen vorteilhaft verbessert, auch die Früchte nach Möglichkeit erhalten werden. Während sie nachreifen, können die trockenen Kapseln leicht durch Druck oder sonstige Verletzung sich öffnen und die Saat entleeren. Ebenso aus diesem Grunde wie wegen Gefahr des Röstbeginns ist das längere Liegenlassen der gerauften Stengel auf dem Boden bewußt vermieden. Wie oben erwähnt (S. 12), ist der Flachssame ja sogar imstande, unter gewissen Bedingungen auch am Stengel in der Kapsel zu keimen. In diesem Zustand bleibt der Flachs im allgemeinen so lange, bis er im Freien hinreichend trocken geworden ist und wird dann (nur!) mit Flachsstroh zusammengebunden, um abgefahren zu werden. Anderes Bindematerial würde sich später — in der Röste und den Maschinen — unerwünscht bemerkbar machen.

Erwähnt sei an dieser Stelle, daß vielfach in der Flachswirtschaft sich die Vorgänge der Ernte, des Abtransportes und des Beginns der Röste alljährlich eng aneinanderschließen, z. B. auch in Rußland, wo infolgedessen die Hauptröstzeit nur einen geringen Teil des Jahres, die Herbstmonate, ausmacht. Anders verfährt man schon aus klimatischen Gründen in anderen Ländern, z. B. auch in Deutschland und Westeuropa, wo vielfach die Zeit nach der Flachsernte sowohl schon eine feuchtere ist, als auch an Ausdehnung nicht mehr genügen würde, um die Flachsernte aufzuarbeiten. In diesen Gebieten und Fällen hat sich gezeigt, daß ein Liegenlassen der Flachsernte bis zum nächsten Jahr und ein Beginn mit der Röste im Laufe des nächsten Frühjahres oder Frühsommers entschieden Vorteile gegenüber der raschen Verarbeitung nach der Ernte bietet. Man kann sagen, daß die Flachsfaser in diesen Fällen sich aus nicht näher erkennbaren Gründen als vorteilhaft verändert gegenüber der aus einer an die Ernte angeschlossenen Röste erweist. Eine Ausnahme bildet der in Belgien sofort nach dem Raufen zur Röste gelangende, früh geerntete (grüne und besonders zarte) Flachs, dessen Fasermenge an sich gering, an Feinheit für bestimmte Zwecke einzigartig ist. Nicht selten hat sich eine gewisse Regelmäßigkeit auch in der Aufbewahrung des zu röstenden Flachses als erwünscht herausgestellt: Es wird am liebsten zur Röste ein Flachs verwendet, der bereits ein halbes oder ganzes Jahr auf Lager liegt. Es ist nicht klar, ob verschiedene Sorten Flachs sich in dieser Beziehung verschiedenartig verhalten, wohl aber ist es sicher, daß das Klima und die Wirtschaftslage der Flachsanbaugebiete teilweise zu einer sofortigen Verarbeitung im Herbst zwingen, andere dagegen eine solche geradezu unmöglich machen.

Große Anbaugebiete von Flachs, insbesondere in Ländern mit teuer zu bezahlender Handarbeit, machen von vornherein das Raufen im oben erwähnten Sinne unmöglich und haben daher immer wieder als Grundlage für eine gesunde Flachswirtschaft Maschinen zur Ernte verlangt. Daß solche auch etwa in Europa die Größe und den Ertrag der Anbauflächen zu steigern vermöchten, liegt auf der Hand, und so sind seit Jahren Versuche gemacht worden, Flachsraufmaschinen zu konstruieren, die nach Möglichkeit den Vorgang des Handraufens nachahmen und einer Bedienung von wenigen Händen bedürfen (Scheider 1920 und 1922). Es muß aber leider gesagt werden, daß die mit den Namen Marschall und Pusch-Tombyll verknüpften Erfindungen auf diesem Gebiete trotz aller Bemühungen wohl noch keinen vollen Erfolg gezeigt haben. Wenn auch eine ursprünglich den Mähmaschinen für Getreide ähnelnde Konstruktion, die vielleicht sogar der Mähmaschine selbst angelehnt werden kann, imstande sein sollte, den Flachs gruppenweise zu raufen und gleichzeitig auch einigermaßen zu bündeln, so sind solche Konstruktionen doch bisher nicht imstande gewesen, Unebenheiten des Bodens, Ungleichheiten des Flachsbestandes und anderen Zufällen genügend auszuweichen, noch auch, wie begreiflich, bei unreinen Beständen die Mitnahme des Unkrauts zu verhindern oder ohne Schaden zu überstehen. Die Wichtigkeit der Lösung dieser Frage ist so groß, daß unbedingt daran weiter fortgearbeitet wird. Sie wird die Grundbedingung einer Flachswirtschaft in Ländern wie Kanada, den Vereinigten Staaten und Südamerika sein.

In Ländern, in denen die Fasernutzung geringe Rolle spielt, ist selbstverständlich auch erwogen worden, den Flachs zu mähen, statt mit Hand oder mit Maschine zu raufen. Ein solches Verfahren gilt aber bei der nicht allzu hoch werdenden Flachspflanze als ein verhältnismäßig großer Verlust an Stengeln, womit noch der Nachteil verbunden ist, daß der gemähte Flachs weniger glatt fällt als Getreide und daß der Acker erst wieder von den Stoppeln gereinigt werden muß. Wo auf glatt liegendes, für Faser zu nutzendes Flachsstroh Verzicht geleistet wird, z. B. im Anbau südamerikanischer Öflächse, wird noch heute so verfahren, wohl auch in Kanada, wo die Nutzung des Stengels bisher geringe Rolle spielte. Bei den Schwierigkeiten, die für das Raufen in großem Maßstab erwähnt wurden, darf aber der Gedanke nicht unterdrückt werden, ob denn der beim Mähen verlorene unterste Stengelteil an Fasernutzung noch so viel gewährt, wie einem etwaigen Kostenaufwand für das Raufen gleichkommt. Es ist dargelegt worden (S. 26), daß der unterste Stengelteil wenig und wenig gute Faser enthält. Der Wurzelteil und einige Zentimeter über der Ansatzstelle der Keimblätter können ohne weiteres verlorengehen, ohne daß ein Ausfall an nützlichem Faserertrag entsteht. Es bleibt durchaus zu überlegen, ob für

gewisse Gebiete und Bedingungen nicht das Mähen, natürlich auch mit Maschinen möglich, sofern es sehr tief geschehen kann, also auf ebenem Boden, durchaus als Ernteart auch für Faserflachs in Betracht zu ziehen ist.

Zehntes Kapitel.

Die Ernte der Früchte.

(F. Tobler.)

Der eingebrachte, also angetrocknete Flachs muß vor der Nutzung der Stengel von den Früchten befreit werden. In alter Zeit, wo entweder die Gewinnung der Samen aus den Früchten den Hauptertrag vorstellte, oder wo das Flachsstroh an sich geringere Fasernutzung erwarten läßt, ist der Flachs mit Dreschflegeln bearbeitet worden, ein Verfahren, das von anderen Körnerfrüchten übernommen, natürlich zu einer sehr wesentlichen mechanischen Schädigung der Stengel und damit der Faser führen muß (vgl. S. 31). Offenbar ist aber an vielen Orten schon frühzeitig der Versuch gemacht worden, gerade den Flachsstengel bei der Gewinnung der Früchte zu schonen. Man bedient sich zu diesem Zweck in verschiedenen Ländern verschieden geformter Einrichtungen, die im großen und ganzen in Art eines Kammes das Abstreifen der Kapseln (Knoten) von den durchgezogenen kleinen Bündeln der Stengel gestatten. Diese Maßnahme (früher in Deutschland Reepen oder Riffeln genannt) hat sich mehr oder weniger auch noch heute erhalten und ist in der Tat geeignet, die Faser weitgehend zu schonen. In neuerer Zeit hat man auch hierfür Maschinenkonstruktionen eingeführt, unter denen etwa die Flachsriffelmaschine Ullersdorf als ein Typus gelten kann, der die Handriffel ungefähr nachahmt. Das Stroh wird dabei auf einem Rade fest angepreßt vom Zuführertisch an die Riffeltrommel gebracht, deren Zähne die Knoten, ähnlich wie der Riffelkamm, fassen und abstreifen, während Wirrstroh gleichzeitig herausfällt. Durch die Riffeltrommel werden die Kapseln zugleich gequetscht, d. h. geöffnet, und der Samen beraubt (Müller 1922, 2). Unmittelbar mit einem Stahlkamm arbeitet eine englische Maschine, bei der der Kamm durch eine besondere Vorrichtung von anhaften bleibenden Überresten der Stiele befreit wird und bei der gleichfalls die Stengel fest gepreßt so herangebracht werden, daß der Kamm senkrecht zwischen die Stengel eingreift. Verwickelter in der Verwendung der Kämme ist die Flachsentamungs- und Riffelturbine Küchenmeisters, bei der mehrere Kämme, die seitwärts in einer Riffeltrommel angeordnet sind und sich mit ihr drehen, die Entsamung vornehmen, und bei der eine Auf- und Abwärtsbewegung der Kämme zweckmäßig wirkt. Bei allen

derartigen Maschinen scheint die Voraussetzung eine möglichst geordnete Zuführung des Strohes zu sein. Das Ergebnis ist verschieden in der Arbeitsleistung bei verschiedenen Systemen, im allgemeinen aber heute so ausgearbeitet, daß eine Beschädigung der Stengel im wesentlichen vermieden wird und gegenüber der Handriffel eine Ersparnis an Arbeit stattfindet (Müller 1921, 1 und 1926, 2). Ungleich sind übrigens auch die Voraussetzungen der Entsamungsmaschine im Anspruch an den Trocknungsgrad des zu verarbeitenden Strohes, ungleich auch die Ergebnisse der Erzeugung von Langfaserflachs im Verhältnis zu Wirstroh, das nur Kurzfaser zu liefern vermag. Immer bleibt außerdem zu bedenken, daß das Faserflachsstroh in vielen Fällen verhältnismäßig wenig ausgereifte Kapseln besitzt, deren mechanische Öffnung daher anders verläuft, als die von reifen Kapseln. In ähnlicher Weise zeigen sich Schwierigkeiten bei den Versuchen, die Flachssaat selbst auf mechanischem Wege zu sortieren, weil in einer an anderer Stelle angedeuteten Weise weniger ausgereifte Samenkörner gleiches Gewicht haben wie ausgereifte von kleinsamigeren Sorten (vgl. S. 12).

Elftes Kapitel.

Das Flachsstroh und seine Nutzung.

(F. Tobler und J. J. Rjaboff.)

A. Allgemeines über Stroh und Röste.

Gerade an der russischen Flachswirtschaft und der Entwicklung und Bearbeitung der Flachses in der neueren Zeit auf dem ältesten Boden gepflegter Flachskultur zeigt sich, wie immer mehr der Rohstoff zum Eckstein der ganzen Flachswirtschaft wird. Wenn auch Wissenschaft und Technik auf der einen Seite und die praktische Arbeit auf der anderen sich bemühen, eine möglichst weitgehende Mechanisierung der ganzen Ausarbeitung des Flachses herbeizuführen, sie auf wahrhaft industrielle Grundlage zu stellen, also Fabriken für Massenverarbeitungen zu schaffen, so steigen doch gerade auch mit den Versuchen zu egalisieren und zu mechanisieren die Ansprüche an den Rohstoff in außerordentlicher Weise. Schaffung einer gleich guten und gleich großen Menge des Rohstoffs bedeutet auch wesentliche Erleichterung aller Gestaltung in der Ausarbeitung. Ins praktische Leben übersetzt, heißt das, daß sich der Rohstoffherzeuger für die Art der Ausarbeitung und die verarbeitende Industrie für die Art des Anbaues, die Qualitäten usw. zu interessieren beginnt. Fragen, wie die nach der Wahl des Bodens, Pflege der Pflanze und ähnliche die Rohstoffqualität bestimmende, sind nicht mehr rein landwirtschaftlich, sondern industriell

erwogen worden. Aus der Masse des Rohstoffes, den die Landwirtschaft liefern könnte, wird mehr und mehr die Industrie sich nur denjenigen herausheben, der den Fabrikbetrieb in großer Erzeugung aufzunehmen erlaubt. Es versteht sich dabei von selbst, daß mit der Wahl bester Flächse, womöglich schon auf dem Feld, für die Industrie und ihre Vermittler die Erzeuger mittelmäßiger oder schlechter Sorten zur Preisenkung geneigt und damit zur Verbesserung ihrer Wirtschaft angereizt werden. Sind es doch die besten Sorten auf dem Felde, die in den meisten Fällen auch die besten Erzeugnisse in der Verarbeitung ergeben. So kommt allmählich mehr und mehr eine erfreuliche Verbindung zwischen Landwirtschaft und Industrie gerade für den Flachs heraus, bei dem die Interessen des Erzeugers und des Verarbeiters nicht im Gegensatz zueinander stehen, sondern sich miteinander decken.

Nach welchen Kennzeichen beurteilt die Fabrik den Rohflachs? Welches Stroh ist der Fabrik wünschenswert?

Es ist schwer, auf diese zwei Fragen schon heute eine klare Antwort zu geben, für die es an tatsächlichen Zahlenangaben noch fehlt. Die Güte des Strohes wird hauptsächlich durch äußere Merkmale beurteilt. Sie sind die leichtesten und unter ihnen stehen an erster Stelle folgende: Länge der Stengel, Dicke, Farbe. Daneben aber verdienen Beachtung Verzweigung und Gleichmäßigkeit der Stengel, etwaige Beschädigung durch Krankheit oder mechanische Einwirkung (Dreschen), Verunreinigung des Strohes durch Unkräuter und Feuchtigkeit. Die letztgenannten beiden Merkmale haben natürlich mit der Fasergüte nichts zu tun, wirken nur preisgestaltend. Aber auch die übrigen äußeren Merkmale können nicht alle Eigenschaften der weiteren Erzeugnisse erkennen lassen, können nicht zur Bewertung von Güte und Menge der Faser ausschließlich dienen. Sie geben vielmehr nur einen Anhalt für die Beurteilung. Außerdem vermögen sie in örtlichen Grenzen dann als weitgehende Merkmale für die Bewertung anerkannt zu werden, wenn ein Gebiet größerer Kultur in äußeren Merkmalen gleichwertiges und bereits erprobtes Stroh erzeugt. Aber eine solche Beurteilung ist nur auf engstem Raum zulässig, wie folgendes Beispiel beweist. Im Gouvernement Smolensk läßt sich Flachsstroh finden, das nach Länge, Dicke und Farbe dem aus dem Gouvernement Wologda völlig gleicht und bei dem auch der Mengeertrag an Faser gleichbleibt. Die Güte der Faser dagegen fällt in beiden Erzeugnissen sehr verschieden aus. Ein Einzelbeleg nach Versuchen der Flachsversuchsstation der Landwirtschaftlichen Akademie in Moskau ist die folgende Tabelle (S. 209).

Eine vollständige Bewertung muß aus den angeführten Gründen neben den äußeren Merkmalen noch eine Reihe anderer einschließen, unter denen die Ausbildung des Bastes, seine Festigkeit und der Bau im einzelnen die maßgeblichen sein dürften. Diese Merkmale festzustellen

Stroh	Mittlere Stengelänge in cm	Mittl. Stengel-durchmesser in mm	% Röstverlust im Gewicht der Stengel	% Ausbeute der Faser im Verhältnis zum Gewicht des Strohes			Mittlere Nr. des Schwunghalbes nach dem Hecheln	Mittlere N r. des Strohs
				lang	kurz	zus.		
Wjasemsky	62,1	1,09	18,9	15,3	5,8	21,1	16,3	2,92
Wologodsky	65,3	1,13	18,5	14,9	5,1	20,0	39,5	6,25

ist möglich entweder auf dem Wege der Untersuchung im wissenschaftlichen Laboratorium oder der versuchsweisen Bearbeitung des Strohes in der Fabrik. Will man zusammenfassend angeben, wie ein der Industrie erwünschtes Flachsstroh auszusehen hat, so kann man sagen, daß höherer Nutzen zu erwarten ist von einem solchen Flachs, dessen Stengel große Länge, mittlere Dicke, hellgelbe Farbe und große Festigkeit aufweisen. Die Länge darf nicht unter 50 cm, durchschnittlich 70—90 betragen, die Dicke nicht unter 1 mm, soll 1,5—2 betragen. So beschaffenes Stroh wird den höchsten Ertrag, der sogenannten Langfaser und daneben einen unvermeidlichen Anteil von Werg bei der Ausarbeitung liefern. Kurzes, dünnes, dunkles Stroh oder solches mit einer dieser Eigenschaften wird in der Ausarbeitung wenig oder gar keine Langfaser, dafür aber einen immerhin nutzbaren Anteil von Kurzfaser (Heede) und gleichfalls einen Anteil Werg ergeben. Dabei kann sowohl das Werg als die Heede je nach ihrer Faserlänge und Reinheit verschiedene Bewertung erfahren. Für den Einkauf des Flachsstrohes seitens einer Fabrik ist es bedeutsam, ob diese von vornherein nur für Langfaser oder auch für Wergverarbeitung eingerichtet ist.

In gut geordneter Einstellung pflegt die Flachsfabrik den Stroh-einkauf auf dem Felde oder unmittelbar beim Erzeuger vorzunehmen. Im ersteren Fall, z. B. auch in Rußland, sind vielfach gleichzeitig mit dem Ankauf Anweisungen zu geben für die Zeit der Ernte, denn hierbei macht sich verschiedenartiges Bedürfnis der Fabrik unter Umständen bemerkbar insofern, als lange auf dem Felde stehender Flachs gröbere und härtere Faser ergibt, bessere und feinere dagegen von frühzeitiger Ernte erzielt werden kann.

Ehe von der üblichen Aufbereitung der Faserstengel auf dem Wege der Röste gesprochen werden soll, ist hinzuweisen auf die Möglichkeit, auch ungeröstet Flachsfaser herzustellen. Dieser Versuch ist bereits 1812 durch Lee gemacht worden, führte aber zu nichts weiterem als zu einer rohen Ablösung der offenbar wenig zerteilten Rinde von einem Teil der Holzelemente (Herzog 1918). Die damit gewonnenen Proben haben auch in einigen späteren Versuchen nicht zu einem Stoff führen können, der ernsthaft mit geröstetem Flachs in Wettbewerb treten konnte. Auch Proben aus jüngster Zeit, die ohne Vortrocknung gebrochen und schwach geschwungen waren, zeigten nicht allein starke

Mengen anhaftender, nicht faseriger Gewebsteile, sondern auch eine starke Beeinflussung der Fasern selbst. Es ist deshalb versucht worden, in einem Patentverfahren (R. Kron 1919) „eine Lockerungsarbeit auszuführen, bei der jede Biegung oder Knickung quer zur Faserrichtung, sowie jede Zerrung längs zur Faserrichtung nach Möglichkeit vermieden wird.“ Zur wirtschaftlichen Ausnutzung ist ein derartiges Verfahren nur in Amerika (J. S. Starling in N.-Tonawanda) gelangt. Es wird dabei der Flachsstengel durch Brechen und Schwingen soweit bearbeitet, daß die Faser einigermaßen freiliegt. In diesem rohen Zustand wird bereits ein Vorgarn erzeugt, das borstiges Aussehen hat und durch Öldämpfe geschmeidiger gemacht wird. Hierbei sowohl wie auch in der Weiterverarbeitung auf einer Trockenspinnmaschine entsteht ein erheblicher Abfall. Doch sind immerhin aus dem Garn (8—10 metrisch) Bindegarne und selbst Gewebe erzeugt worden. Selbst in diesen Zuständen zum Verbrauch zeigen aber die Proben noch außerordentlich viel Anzeichen starker Beeinflussung der Faser, deuten außerdem durch das Vorkommen bestimmter Faserarten die Herkunft aus den restlos mit ausgebeuteten unteren Stengelteilen mit an. Die Festigkeit der Erzeugnisse ist geringer als normaler Flachs und selbst als solcher aus unzweckmäßigerweise gedroschenem (Müller und Tobler 1920). Das ganze Verfahren hat seine Bedeutung jedenfalls nur für anfallende große Mengen geringwertiger Faser, also mehr für Länder, in denen der Flachs in großem Maßstab für Saatgewinnung gebaut wird.

In Deutschland ist in neuester Zeit sowohl für Hanf wie für Flachs durch eine besondere Maschine von E. Gminder, Reutlingen die Aufbereitung ungerösteten Flachses vom trocknen Stengel bis zu einem größerem Garn anscheinend wesentlich erleichtert worden. Nach dem an anderer Stelle Ausgeführten liegt es auf der Hand, daß hierbei starke mechanische Verletzung der Fasern wohl kaum vermieden werden kann, weil in dem durch die Maschine ausgeführten vereinigten Gang von Brechen und Knicken zugleich auch die Abstoßung der Holzteile möglichst angestrebt wird. Es kann daher auf diesem Wege keine feinere Langfaser erzielt werden. Wohl aber ist der vereinfachte Arbeitsweg beachtlich durch die Ersparnis an Kosten, kommt daher sicher für manche Fälle in Frage, wo die Bemühung um ein feineres Spinnmaterial, die durch die Röste zu vermehrenden Kosten nicht lohnt, also etwa für kurz geratenen oder schwer zu röstenden oder nur grobe Faser entsprechenden Strohflachs.

Unter Röste (Rotte) wird jedes Verfahren verstanden, bei dem auf biologischem Wege, d. h. unter Mitarbeit von Mikroorganismen und von ihnen erzeugten chemischen Stoffen die Herauslösung von Fasern und Faserbündeln aus sie enthaltenden Pflanzenstengeln erfolgt. Mit dieser Erklärung wird es zunächst hinfällig, chemische Auf-

schließungen als Röste zu bezeichnen, während andererseits die eigentliche Röste genau genommen auch als ein chemischer Vorgang aufgefaßt sein will. Die echte Röste hat ihre wichtigen Ähnlichkeiten mit anderen Vorgängen, die sich gleichfalls unter Mitwirkung von Mikroorganismen in der Natur häufig abspielen, z. B. Erscheinungen der Gärung und Fäulnis, wenn unter Gärung solche Vorgänge verstanden werden, bei denen Kohlensäure entwickelt wird, und unter Fäulnis die Zersetzung von Eiweißstoffen. Betont zu werden braucht wohl kaum, daß die heutige Bezeichnung Rösten nichts mit einer trocknen Erwärmung zu tun hat, sondern lediglich schon im Beginn des vorigen Jahrhunderts aufgetretene Irreführung, Ableitung und Umbildung des Wortes „Rotten“ (Faulen) zum Ausgang hat. Die Röste ist aber nach unseren heutigen, von Ruschmann (1923, 5) grundlegend zusammengefaßten und erweiterten Kenntnissen ein so verwickelter Vorgang, daß in ihm eine ganze Reihe verschiedener, von Mikroorganismen ausgehender Zersetzungs Vorgänge eingeschlossen werden. Die Organismen, die in diesem Falle mitwirken, sind durchaus nicht einheitlicher Art, sondern lassen sich in verschiedene Gruppen trennen, deren jede andersartig arbeitet und zugleich nur eine gewisse Zeit lang in der Gesamtheit des Vorgangs ihre eigentliche Leistung entfaltet. Kennzeichen aller bei biochemischen Zersetzungen tätiger Organismen ist, daß die Anpassung jeder einzelnen Art an gewisse Nährstoffbedürfnisse, vor allem an die Quelle für den Bezug von Kohlenstoff eine weitgehend ausgeprägte ist. Indem aber während des Gesamtvorgangs dauernd sich die vorhandenen Mengen und Arten der Nährstoffe ändern, treten nach und nach verschiedenartige Gruppen in den Zustand ihrer günstigsten Bedingungen und damit in den ihrer Hauptleistung ein. Es ist daher verständlich, daß nicht eine einzelne engere Gruppe, die man als Röstorganismen nach ihrer gleichartigen Tätigkeit und ihrer für unseren Zweck erwünschten Richtung bezeichnen könnte, allein herausgegriffen und in ihre Leben und ihrer Wirkung betrachtet werden, sondern daß nur die im allgemeinen mit großer Regelmäßigkeit wiederkehrende zwangsläufige Stufenfolge der Entwicklung verschiedenartiger Gruppen als Grundlagen für die Betrachtung des Vorgangs angesehen werden. Aus diesem Grunde ist es auch unmöglich, den Versuch zu machen, etwa im Laboratorium nach dem Vorbild irgend einer technischen Gärung oder dergleichen durch Zusetzen von Röstorganismen zu Fasermaterial unter Ausschluß aller anderen den Röstvorgang nachahmen zu wollen. Vielmehr bleibt dieser an die natürlichen Verhältnisse gebunden, wie sie durch die selbstverständliche Unreinheit des Rohstoffes und des benutzten Wassers unweigerlich wiederkehrend eintreten.

Röstorganismen im eigentlichen Sinne werden diejenigen genannt,

die ihre Haupttätigkeit auf die Auflösung bestimmter Pektinschichten, und zwar gerade derjenigen, die im Grundgewebe um die Gefäßbündel und vor allem zwischen diesen und den sie umschließenden Zellen enthalten sind, zu richten pflegen. Es ist klar, daß eine Auflösung dieser Pektinschichten nach den oben gegebenen anatomischen Grundlagen zu einer Abtrennung der Faserbündel aus dem sie umschließenden Gewebe führt. Neben der aus diesen Pektinschichten für jene Gruppe von Organismen stammenden Kohlenstoffmenge sind aber für das Leben und die üppige Entwicklung (mit der allein die lebhaft aufschließende Tätigkeit verbunden ist) auch noch andere wichtige Nährstoffe vonnöten, z. B. Stickstoff u. a. Auch für diese besteht ein gewisser Zwang einer Form, in der sie allein jenen Röstorganismen zugänglich sein dürften. Und das ist der Grund, warum eine Reihe anderer Vorgänge der lebhaften Entwicklung der Röstorganismen auf röstendem Stengelmaterial voranzugehen hat, ehe daran die gewünschte Leistung sich bemerkbar macht. Unter dem Begriff Röstorganismen können wir heute eine ganze Reihe von Bakterien und Pilzen aufzählen, deren Keime in der Luft, vor allem auf der Erde und daher auch auf den Flachsstengeln in Ruhezuständen wohl stets vorhanden sind. Ihre Mitwirkung und lebhaftige Tätigkeit setzt aber zunächst nur in feuchtem Zustand und ferner nur dann ein, wenn die Gesamtheit ihrer Lebensansprüche einigermaßen befriedigt wird. Sind diese Ansprüche in chemischer Hinsicht auch einigermaßen ähnlich bei den verschiedenen Arten, so sind sie es nicht hinsichtlich einiger weiterer Bedingungen wie z. B. der Temperatur, der Menge des vorhandenen Sauerstoffs, der chemischen Reaktion, der sie enthaltenden Flüssigkeit u. a., d. h. sie sind sowohl natürlich wie technisch abhängig und daher durch die Einrichtung dieser Bedingungen nach Wahl zu begünstigen. In dieser Grundanschauung sind bereits die Erklärung und die Möglichkeit verschiedener Röstverfahren enthalten. Wenn unter den Röstorganismen neben den besonders stark von der Feuchtigkeit abhängenden Bakterien auch Pilze genannt worden sind, so sind die hiervon in Betracht kommenden, den Schimmelpilzen verwandten Organismen zwar auch nur in der Feuchtigkeit zu wachsen imstande, aber bedürfen nicht eines vollkommenen Einschlusses in sichtbaren Wassermengen. Sie sind daher im wesentlichen nur bei der Landröste oder Tauröste zu verzeichnen: Sie sind zugleich diejenigen, die in der engen Besonderheit ihrer ernährungsphysiologischen Ansprüche weniger weitgehen als die anderen, also nur weniger weit gehender Vorarbeiten durch andere Organismengruppen bedürfen: Sie erzeugen außerdem als echte Pilze Myzelien, d. h. zusammenhängende Vegetationskörper, die der Unterlage, in diesem Fall den röstenden Stengeln, verhältnismäßig fest anhaften, während sie ihre auflösende Wirkung ausüben, und daher in gewisser Beziehung

auch dem rohen Fasermaterial noch leichter anhaften können, dieses also weniger sauber liefern. Anders bei den großen Gruppen der Röstbakterien: diese leben zwar auch in der Hauptzeit ihrer Wirkung in den Geweben der Stengel, in die sie von außenher in vorhandene Öffnung eindringen, aber sie werden durch die Flüssigkeitsbewegung, etwa bei Spülen leicht entfernt und sind ohnehin so wesentlich viel kleiner, daß von einer nachteiligen Anheftung an dem Fasermaterial nicht die Rede sein kann. Im einzelnen auf die Organismen selbst einzugehen, ist hier wohl überflüssig. Für ihre Natur sei auf die Abbildungen und im übrigen auf die von Ruschmann (1923, 5) dargestellten „Grundlagen der Röste“ verwiesen. Betonung verdienen einzelne nur insofern, als sie, wie oben angedeutet, Ausgangspunkte für verschiedenartige Anstellung der Verfahren werden.

Auf den gegebenen biologischen Grundlagen gestalten sich die Vorgänge in den gebräuchlichen Röstverfahren theoretisch folgendermaßen: Es ist grundsätzlich zu unterscheiden zwischen den Wasser- und den Landrösten, eine Unterscheidung, die im wesentlichen die erwähnten Gruppen von Organismen insofern betrifft, als die Wasserrösten im eigentlichen Sinne von Bakterien, die Landrösten von Pilzen ausgeführt werden. Anwesend sind allerdings an gewissen Stellen und zu gewissen Zeiten auch Pilze bei der Wasserröste und Bakterien bei der Landröste, es wirkt wohl hauptsächlich als Rösterreger nur je eine Gruppe. Die Wasserrösten bieten Bedingungen für Gedeihen und Wirksamkeit rösterregender Bakterien aus verschiedenen Gruppen, je nach dem Grad des Sauerstoffgehalts im Wasser. Ein Teil der Rösterreger (und zwar die bekanntesten) sind ausgesprochene Feinde des Sauerstoffs (Anaerobier), d. h. sie gedeihen günstiger dort, wo weniger Sauerstoff vorhanden ist. Andere dagegen entwickeln gleichstark röstende Eigenschaften nur da, wo ihnen reichlich Sauerstoff im Wasser geboten wird; sie sind Aerobier, d. h. gelangen nur bei Sauerstoffreichtum zur vollen Entwicklung. Hiernach gibt es zwei Gruppen von Rösten, die wissenschaftlich scharf zu trennen sind als anaerobe- und aerobe Wasserröste. Praktisch wirkt sich die zweitgenannte Form in der sogenannten Röste mit Luftzufuhr aus. Im allgemeinen werden alle nicht mit besonderer Vorrichtung für diesen Zweck versehenen Rösten mehr anaerob verlaufen. Ihre Betrachtung mag daher den breiteren Raum einnehmen. Von praktischen Wegen gehören hierher die Warmwasserbeckenrösten, d. h. solche mit künstlich erhöhter Temperatur, oder aber solche in heißem Klima, sowie die Kaltwasserrösten, als die weniger geübten, ursprünglicheren und langsamer arbeitenden. Nach dem oben Gesagten ist ohne weiteres verständlich, daß in beiden Fällen Organismengruppen mit verschiedenen Temperaturansprüchen als wirksam auftreten können, und daß außerdem die gleichmäßig und hoch

gehaltene Temperatur der erstgenannten Gruppe verhältnismäßig einheitlichere Bedingungen schafft als die zweite.

Daß in der anaeroben Warmwasserbeckenröste ein gewisser Sauerstoffmangel sich einstellt, hat seinen Grund in der groß aufgetürmten Masse der eingebetteten Flachs Bündel und dem im allgemeinen geringen oder fehlenden Wasserfluß. Werden Flachsmassen in dieser Weise, heute im allgemeinen bei Temperaturen von 30—37° C eingesetzt, so beginnt zunächst als rein physikalische Erscheinung die Auslaugung der Stengelmassen im warmen Wasser. Innerhalb der ersten 8—12 Stunden färbt sich das Röstwasser goldgelb, bleibt klar und enthält zunächst Lösungen von Zucker (Glukose), Gerbstoffen, Glykosiden, löslichem Eiweiß und Mineralstoffen, für deren Austreten in die Flüssigkeit keinerlei Organistentätigkeit in Frage kommt. Die Lösung dieser Stoffe kann an Konzentration sehr hoch steigen und damit bisweilen zu einem Hemmnis für die Entwicklung der Bakterien werden. Das ist der Grund, warum heutzutage bisweilen das Wasser der Ablaugung nach einer Frist von acht Stunden erneuert wird, ohne daß damit die Röste geschädigt wird. Vielmehr ergibt sich daraus eine gewisse Begünstigung der weiteren Entwicklung. Während dieser physikalischen Stufe des Röstvorgangs treten Luftblasen reichlich mit dem Vordringen des Wassers in den Stengeln an die Oberfläche. Sie dürfen keinesfalls mit den im Verlauf der einsetzenden Gärung erscheinenden Gasblasen anderer Art verwechselt werden. Gleichzeitig tritt eine Quellung der gesamten Gewebe des Stengels auf, die das Eindringen der Organismen und ihre Wirksamkeit erst möglich macht. Der Grad der Quellung der Pektinstoffe ist, wie man heute weiß, ausschlaggebend für die Zersetzbarkeit der Mittellamellen, also für die Röste und insofern, als die Quellung künstlich beschleunigt werden kann, z. B. durch Temperaturerhöhung kann auch in dieser Stufe der eigentlichen Rösttätigkeit bewußt vorgearbeitet werden. Würde man freilich Temperaturen über 40° wählen, so würden die in der Flüssigkeit befindlichen Keime der Röstorganismen leiden. Doch könnte ein solcher Nachteil durch Beschickung des Beckens mit Wasser einer alten Röste, d. h. einen neuen Vorrat von Keimen, allenfalls wieder gutgemacht werden. Wie stark die Quellung der ganzen Stengel sich auswirkt, läßt sich messen: Nach 1—2 Stunden bereits beträgt die Dickenzunahme eines Flachsstengels 9—10%, nach sechs Stunden über 12% bei einer Temperatur von 38—40°, während bei 16—18° nur 10,8% und bei 5—7° nur 7,1% Dickenzunahme erreicht werden (Ruschmann 1923, 5).

An diese physikalische Stufe der Auslaugung schließt sich der von Ruschmann als biologische Vorstufe bezeichnete Teil der Röste an. Es setzt eine lebhaftere Entwicklung von Bakterien ein, meist aber

von solchen, die für die Pektinverarbeitung noch nicht in Frage kommen, sondern die an den im Wasser gelösten Stoffen Zersetzungen durchführen, von ihnen sich nähren und ihnen ihre lebhaftere Entwicklung verdanken. Die Bakterien dieser Stufe bleiben daher im wesentlichen im Wasser, indem sie hauptsächlich die Glukose verarbeiten, während daneben die bereits vorhandenen und sich schwach entwickelnden Keime der Rösterreger nur langsam aufkommen. In dieser Stufe beginnt eine Gasentwicklung anderer Art als in der ersten. Kohlensäure und Wasserstoff beginnen aufzutreten. Da gleichzeitig auch Pilze nahe der Oberfläche erscheinen, so bildet sich aus ihnen und oberflächlich lebenden, zum Teil stark aeroben Bakterienmassen eine sogenannte Kahmhaut, d. h. eine Schicht, die die Masse des Röstgutes von der Luft mehr oder weniger abschließt, damit eben die Bedingungen für die anaeroben Bakterien und darunter die wesentlichen Rösterreger verbessert. Hefeartige Organismen und Milchsäure bildende Bakterien treten in der Kahmhaut wesentlich hervor. Die erzeugten Kohlensäure- und Wasserstoffmengen rufen die Aufwölbungen der oberflächlichen Haut hervor, wie sie gegen Ende dieser ersten biologischen (Vor-) Stufe auffallen. Die Organismen dieser Kahmhaut sind im wesentlichen wichtig auch dadurch, daß sie im Röstwasser gebildete erhebliche Mengen von Säure zersetzen und abstumpfen, während diese sonst von nachteiligem Einfluß für den weiteren Vorgang und die Beschaffenheit der Faser werden könnten. Der Beginn der zweiten biologischen Stufe, die im engeren Sinne als Röststufe bezeichnet werden muß, wird äußerlich dadurch kenntlich, daß der Geruch der Röste sich ändert: Als ein besonderes Erzeugnis der nun in volle Tätigkeit tretenden Rösterreger ist die Buttersäure aufzufassen, deren unangenehmer Geruch nunmehr an die Stelle des vorhergehenden heuartigen tritt. Inzwischen sind die an der Oberfläche der Stengel haftenden Keime der Röstbakterien zur Entwicklung gelangt, haben sich vermehrt und sind, wie oben beschrieben, in die Gewebe eingedrungen. Sie dringen durch die Öffnungen in der Oberhaut ein, bis zu den Flachsfasern und dem Kambium vor, ehe sie in ihrer Wirkung deutlich werden (Müller und Tobler 1922). Indem sie nun die gequollenen Pektinlamellen zersetzen, legen sie die Faserbündel aus dem umgebenden Gewebe reif (Abb. 65). Die Tatsache, daß inzwischen manche Stoffe der Röstflüssigkeit, vor allem die Zuckerarten, längst verbraucht und als Stoffwechselerzeugnisse erhebliche Mengen von Säure mit hemmender Wirkung für die ersten Bakteriengruppen aufgetreten sind, während gleichzeitig ein Sauerstoffmangel eintritt, ist die Ursache dafür, daß nunmehr die Herrschaft der Röstbakterien zur vollen Entfaltung gelangt. Unter den üblichen Verhältnissen wird dies etwa am zweiten Tage der Röste erreicht. Es ist hiernach klar, daß ein Gleichgewicht

gefunden werden muß zwischen einem Auftreten von Säuren in dem Maße, daß die den Pektinverzellern vorangehenden Bakterien hinreichend gehemmt werden und einem solchen Maß von Säure, das den Fasern späterhin schädlich sein könnte. Wichtig ist hierbei zu betonen, daß die Pektinstoffe des Grundgewebes und der an die Bündel angrenzenden Wandungen leichter und eher von den Röstbakterien angegriffen werden, als die chemisch etwas davon verschie-

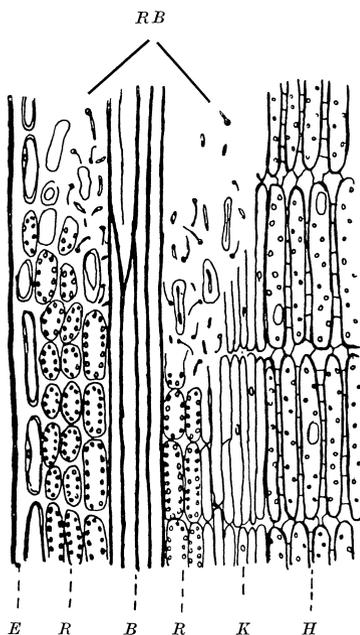


Abb. 65. Radialer Längsschnitt d. Flachsstengels in der Röste (nach Beyerinck).
E = Epidermis, *R* = Rinde, *B* = Bastfasern, *K* = Kambium, *H* = Holz,
RB = Röstbakterien.

denen Mittellamellen zwischen den Bastfasern selbst. Diesem glücklichen Umstand ist es zu verdanken, daß im allgemeinen eine Herauslösung der Bündel durch den Röstvorgang möglich wird, ohne daß die Bündel selbst aufgelöst werden. Hier sei noch erwähnt, daß um die der Röststreife nahen Bastfasermassen mehr oder weniger reiche Lösungen (kolloidaler Natur) von den Pektinstoffen vorhanden gedacht werden können; diese haften gleichsam als ein neuer, später erstarrender Überzug auf der gerösteten und trocknenden Faser. Sie können teilweise durch Spülvorgänge beeinflusst, auch entfernt werden. Ihr richtiges Maß ist es, das, unbeschadet der Teilbarkeit und Feinheit der Faser, den Glanz und Griff bedingt. Sie werden auch durch die Bleichvorgänge noch wesentlich in Mitleidenschaft gezogen (s. S. 231).

Die Röststreife des Flachses einwandfrei festzustellen, ohne sich langsam erworbener Erfahrung dabei zu bedienen, ist immer wieder versucht worden, doch kann die Frage nicht als gelöst, vielleicht eher als nicht lösbar angesehen werden, wohl aber sind wir auf das Genaueste über die Erkennung der Röststreife an entnommenen Proben aus der laufenden Röste so weit unterrichtet, daß eine verhältnismäßig flüchtige Behandlung genügt, um ein brauchbares Ergebnis zu erzielen. Die besten Versuche in dieser Richtung stammen zweifellos von A. Herzog (1921). Wenn aber sein Vorschlag dahin geht, entnommene Proben in bestimmter Weise künstlich zu trocknen und solche getrockneten Stengel in gleichmäßiger Art zu reiben, um die Lösbarkeit der Holzteile und Rinde von der Faser nachzuprüfen, so wird solchen Maßnahmen in der Wirtschaft

meist der Mangel an Zeit hindernd entgegenstehen. Andererseits fällt ins Gewicht, daß mit einer Zunahme der Betriebsgröße und der Einrichtung des Betriebes als einer Fabrik mehr und mehr die Gefahren einer Überröste fortbestehen oder geradezu heraufbeschworen werden. Es ist deshalb die Feststellung zu beachten, daß die Festigkeit des Flachses bis zur Röstreife zunimmt und in der Überröste wiederum herabgesetzt wird, und zwar in einem schnelleren Maße als das Ansteigen bis zur Reife erfolgte. Diese Tatsache ist durch Ausarbeitungsversuche aus verschiedenen Stufen der Röste einwandfrei festgelegt und ist letzten Endes nur der Ausdruck dafür, daß Überröste einen Schaden bedeutet. Bei der Schwierigkeit der Erkennung des Reifepunktes wird aber um so dringlicher die Notwendigkeit der gleichzeitigen Benutzung nur gleichartigen Strohflachses für ein Röste, also ein entsprechendes Sortieren vor dem Beginn des Verfahrens, denn immer wieder hat sich gezeigt, daß in mancherlei Hinsicht Verschiedenheiten der Flachsstengel auch verschiedenen Verlauf der Röste nach sich ziehen.

Mag aber die Feststellung der Röstreife noch so schwierig und Erfahrungssache bleiben, so kann eben darum die Wichtigkeit rechtzeitiger Beendigung des Röstvorgangs nur betont werden. Inwieweit Temperaturherabsetzung und Spülen eine Beendigung bedeutet, ist aus dem praktischen Teil (S. 226) zu erkennen. Ebenso aber ergibt sich daraus auch, wie gefährlich späteres Feuchtbleiben oder Feuchtwerden für die Faser sein muß. Ein solcher Zustand führt — selbst nach längerer Zeit und am Schwungflachs — zu einer Art Fortsetzung der Röste, einem Wiederaufleben der Pektinzerersetzung durch die anhaftenden Keime aller Arten, damit zu einer Entwertung des Schwungflachses (Ruschmann 1923, 2).

B. Röstverfahren.

Bei der Schwierigkeit, für die nicht rein künstlich und fabrikmäßig im geschlossenen, daher leichter regulierbaren Raum ausgeübten Rösten Bedingungen festzulegen, ist es nur mühevoll möglich, aber außerordentlich wichtig, Vergleiche zwischen den Ergebnissen unter der Voraussetzung gleichen Rohstoffs und gleicher sonstiger Verarbeitung zu ziehen. Das ist zuerst wohl von Sjollemma (1909) und später von Ruschmann (1922 und 1923, 1), neuerdings auch von Rjaboff versucht worden. Weitgehende Durchführung der Ausarbeitung und Vergleich aller Stufen des Erzeugnisses sind nötig, um einwandfrei vergleichen zu können. Als eine wichtige alte Form der Röste ist die Tau- oder Landröste zu bezeichnen, bei der das Flachsstroh in dünner Schicht auf einem geeigneten bewachsenen Boden ausgebreitet, dem Einfluß der atmosphärischen Feuchtigkeit, also vor allem dem Tau, ausgesetzt und unter dessen Mitwirkung röstenden Organismen, in diesem Falle Pilzen

(vgl. S. 212) überlassen wird. Die Wahl des Untergrundes ist dafür erfahrungsgemäß nicht gleichgültig, kurzer Wuchs auf Sandboden hat sich gut bewährt (Tobler 1922, 2). Um zu große Feuchtigkeitwirkung abzuhalten, ist — je nach der Witterung — auch ein Wenden des Strohes nötig, das im übrigen nicht (durch Wind) verwirrt werden darf. Die Tauröste ist noch heute, z. B. in Rußland bei 85% allen Flachses, in weitgehendem Gebrauch, liefert auch unter günstigen Bedingungen (Witterungsverhältnissen) oft einen ausgezeichneten Flachs von großer Weichheit und Feinheit (russischer „Slanetz“). Die Dauer beträgt 15—20 Tage, stete Beobachtung ist erforderlich. Vorteilhaft ist die geringe Höhe der Kosten, auch der geringe Feuchtigkeitsgehalt des gerösteten Strohes, der nur etwa 40% beträgt. Sicher ist diese einfache, weder Gebäude, noch Maschinen, noch sonstige Vorrichtungen erfordernde Art der Röste auch die älteste in der Flachswirtschaft gewesen, sie dürfte als natürliche Rotte auf dem Feld liegender Stengel den ersten Anstoß zur Fasergewinnung gegeben haben. Zweifellos eignet sie sich aber nicht für jedes Klima, da gewisse Wärmemengen neben regelmäßigem Tau und ohne größere Regenmengen während der Röste vorhanden sein müssen, wie das in Rußland gerade sich günstig erweist, bereits in Deutschland aber bisweilen bei regnerischem Sommer und Herbst ausbleiben kann. Tritt auch z. B. in Rußland während der Monate gleich nach der Ernte, in denen die Tauröste beginnt (September, Oktober) größere Trockenheit, gefolgt von Kälte und Schnee, auf, so mißlingt die Röste. Die bleibende Feuchtigkeit des Winters vermag andersartigen Zersetzungs Vorgängen Vorschub zu leisten. Früher ist auch von sog. Winterlandröste gesprochen worden. Und tatsächlich gibt es unter den Röstpilzen auch solche, die noch bei 2—5° gute Entwicklung zeigen, so daß also auch bei diesen Temperaturen noch Röste möglich ist. Dabei scheint es, als ob unter den besonderen Bedingungen des Ausschlusses anderer bei der niedrigen Temperatur nicht gedeihenden Organismen in mancher Beziehung auch Vorteile erzielt werden können (weiche, zarte Faser wurde der Röste im Winter, auch auf Schnee bisweilen nachgerühmt), aber im ganzen dürfte diese Röste doch nur unter seltenen Umständen gute Zufallsergebnisse zeitigen und findet sich jedenfalls nicht mehr in weitem Gebrauch.

Wenn für die Landröste an sich feuchte Flächen (feuchte Wiesen mit dann meist höherem Graswuchs) vermieden werden, so sind auch hiervon Ausnahmen bekannt: in Tirol werden noch heute keineswegs schlechte Flächse unter Bedingungen geröstet, die man als ungünstig und widersprechend ansehen muß. Auch das sind zweifellos Ausnahmen, die in örtlichen Schwierigkeiten, dem Mangel anderer Röstzeit und Gelegenheit, begründet sein müssen.

Der Tauröste reiht sich als gleichfalls alte und einfache Form die

Kaltwasserröste an. Sie ist zu unterscheiden als solche in Gruben und in fließendem Wasser. Die letztere, gleichfalls von erheblicher Dauer, findet sich von jeher in allen Ländern, in Flüssen, Bächen, Teichen ausgeübt. Sie arbeitet oft mit erstaunlich geringen Temperaturen ($10-15^{\circ}$) und kann doch — bei geringem Wasserfluß und hoher Besonnung — Steigerungen bis zu 25° aufweisen. Vorteilhaft ist bei der Röste in fließendem Wasser die Entfernung aller die Röste selbst störenden Stoffe durch die Wasserbewegung, während diese zugleich



Abb. 66. Kaltwasserröste in der Oder 1920 (n. Lorenz).

auch den Röstvorgang verlangsamt, damit allerdings oft auch grade gute Durchführung ermöglicht. Kaltwasserrösten großen Maßstabs sind als Erzeuger guter Flächse noch heute bekannt: der Fluß Lys in Belgien ist das beste Beispiel und trotzdem in seinen Besonderheiten noch keineswegs genügend erforscht (Frost [1909], Sjollemma [1909]). Eine solche Röste, neuerdings auch vorübergehend an anderen Orten nachgeahmt, wenn auch nur aus Kohlenmangel (Lorenz 1920), setzt allerdings technisch schon erheblichere Einrichtungen bei Großbetrieb voraus: der Strohflachs wird in Kästen eingesetzt, die zu Wasser gebracht werden, beschwert und schwimmend erhalten und, was größere Arbeit erfordert, später wieder an Land gezogen und entleert werden wollen. (Abb. 66—69). Die Bedingungen für solche Rösten sind nicht

leicht grundsätzlich festzulegen und bei ihrer Abhängigkeit von Wasserfluß und Temperaturen einer langsam zu erwerbenden Erfahrung



Abb. 67. Röste in der Lys, Einsetzen des Flachsens in Kästen (n. Frost).

unterworfen. — Anders die Grubenröste, die in warmen Zeiten und Ländern als Röstform sich schon der Warmwasserröste nähert, wie denn auch die darin gefundenen Rösterreger z. B. in Italien denen der

Warmwasserbeckenröste gleich oder nahe verwandt sind. Ein Nachteil der Grubenröste ist zweifellos ihre Verschmutzung, die zunächst

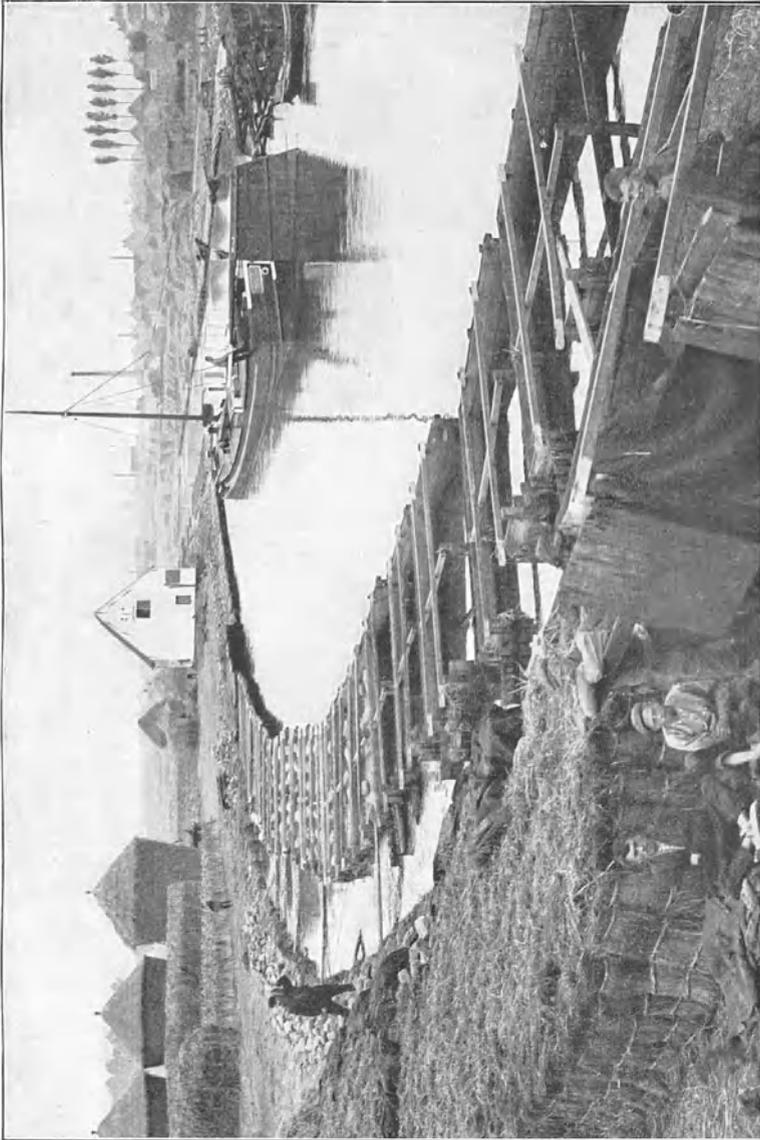


Abb. 68. Rüste in der Lys, schwimmende Kästen (n. Frost).

eine Erhaltung der Röstflora bewirkt, dann aber auch unerwünschten Zersetzungs Vorgängen Auswirkung gewährt und daher große Vorsicht erfordert. Wo sich solche Grubenröste in größerem praktischem Ge-

brauch vorfindet (Südeuropa, Holland, Tirol), da ist sie zum mindesten auf eine kürzere Zeitspanne des Jahres mit der Maßnahme beschränkt,

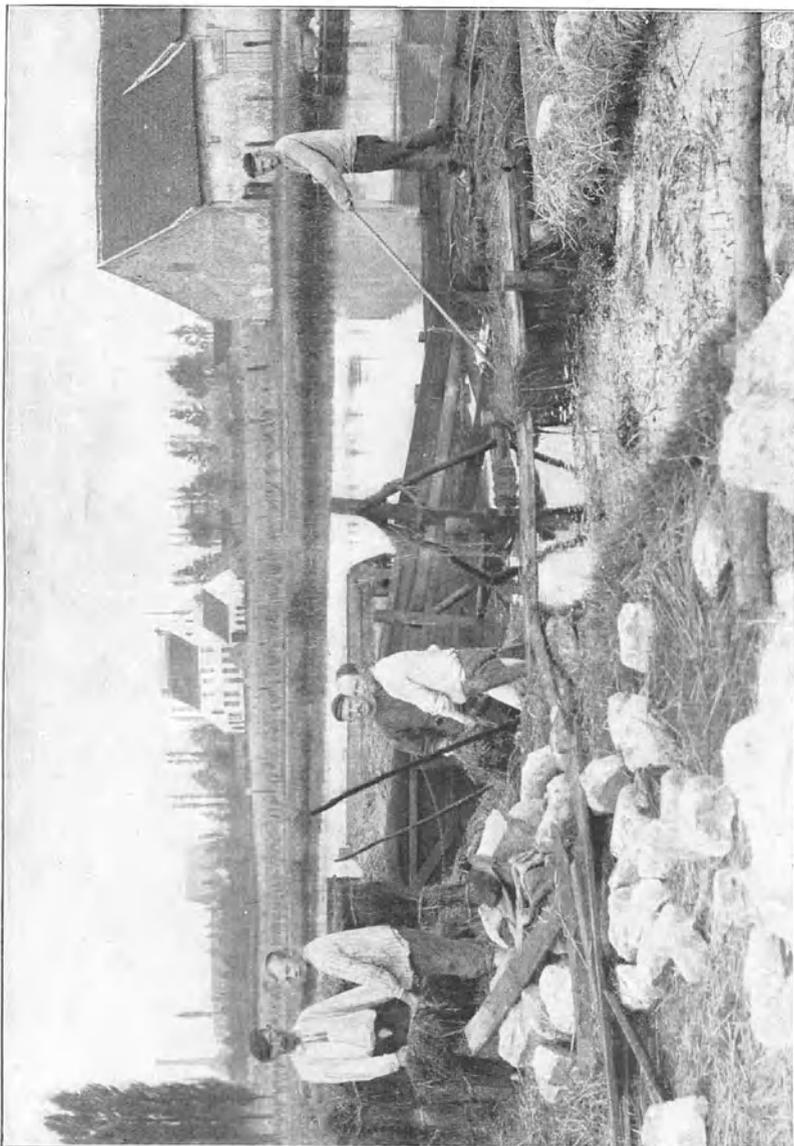


Abb. 69. Rüste in der Lys, Entleeren der Kästen (n. Frost).

daß im Winter ein Ausfrieren also eine Art Reinigung des restlichen Grubeninhalts stattfindet, die solche Schwierigkeiten mildert. Mit Hilfe von abgeleitetem Warmwasser hat man übrigens noch vor nicht

langer Zeit auch in Deutschland Becken im Freien (ohne Abfluß) erwärmt, also eine Art Übergang zur Warmwasserbeckenröste geschaffen. Wesentlich sind hierbei die größere Sauberkeit und Reinigungsmöglichkeit, die feste (Beton-)Wände von Becken gegenüber ausgestochenen Grubenwänden besitzen.

Die wichtigsten Bedingungen zur erfolgreichen Durchführung der Warmwasserröste dürften folgende sein:

1. In jedem einzelnen Becken wird nur gleichartiges Stroh eingesetzt.
2. Die Röste erfolgt in schwach fließendem Wasser.
3. Die Temperatur wird während des ganzen Verlaufs auf gleicher Höhe, etwa 32—35° gehalten.

Verschiedenartiges Stroh erfordert verschiedene Dauer der Röste. Röste verschiedener Strohsorten in einem Becken ergibt daher verschiedenartigen Faserausfall, zu wenig geröstetes Stroh findet sich neben überöstetem usw. Bei mangelndem Wasserwechsel sammelt sich Säure an und schließlich ergibt sich eine Faser von geringerer Güte. Vergleichsversuche der Flachsversuchsstation Moskau ergeben folgendes:

1. Röste in nicht erneuertem Wasser wies am Ende einen Säuregehalt von 3,3 cm³ auf, d. h. ein Hundertstel Normallösung NaOH auf 1 cm³ Röstflüssigkeit.

2. Röste in während des ganzen Vorgangs ununterbrochen schwach fließendem Wasser, das an der Oberfläche abgelassen und von unten vorgewärmt erneuert wurde, ergab insgesamt eine zweimalige vollständige Erneuerung und bei Beendigung einen Säuregehalt von nur 1,3 cm³.

3. Die Röste in ungewechseltem Wasser dauerte 115,5 Stunden, im wechselndem Wasser 111,5 Stunden. Über die Ergebnisse hinsichtlich der Faser belehren des weiteren die Tabellen:

	Gewichtsverlust in %	Ausbeute der Fasern in % im Verhältnis zum Strohgewicht		
		lang	kurz	insgesamt
1. Röste in stehendem Wasser . . .	21,56	17,65	2,77	20,42
2. Röste in fließendem Wasser . . .	22,50	16,95	3,31	20,26

	Ausbeute in % zum Schwungflachs			Mittlere Werte		
	Gehechelt	Hechel-Abgang (Hechel-Werg)	Verlust	Gehechelt	Hechel-werg	Schwung-flachs
1. Röste in stehendem Wasser	76,55	20,86	2,59	28	14	24,4
2. Röste in fließendem Wasser	74,68	22,78	2,54	36	16	30,5

Es ergibt sich hieraus, daß in fließendem Wasser der Gewichtsverlust etwa 1% höher ist, die Ausbeute an Langfaser geringer, an Kurzfaser größer ausfällt, mit anderen Worten, Übreröste vorzuliegen scheint. Es muß daher Röste in fließendem Wasser früher abgebrochen werden, wie die Tabelle über das Hechelergebnis zeigt. Aus der zweiten Tabelle ergibt sich ein starker Unterschied der Fasergüte bei verschiedenen Röstern, besonders für das Stroh guter Qualität, während das Ergebnis für geringeres Stroh weniger stark ausgeprägt erscheint. Als Regel kann aber angenommen werden, daß die Röste in nicht gewechseltem Wasser das gröbere Verfahren vorstellt und geringere Güte liefert.

Starke Schwankungen in der Temperatur der Röste verzögern den Vorgang erheblich und erhöhen daher die Dauer. Diese kann, abhängig von der Güte des Strohes und der Durchführung der Röste, zwischen 30 und 120 Stunden schwanken, meist beträgt sie 72—84 Stunden. Durch Säureverminderung und Zusatz von Salzen kann sie erheblich herabgesetzt werden. So geschieht das z. B. in der sogenannten Harnstoffröste (Flieg 1924), bei der durch einen Zusatz von Harnstoff (etwa 0,25%) nicht allein eine Beschleunigung des Röstvorgangs, sondern daneben auch eine Beseitigung des üblen Geruchs erzielt wird, sofern nur gleichzeitig die Rösttemperatur auf mindestens 27—30° gehalten wird. Harnstoffröstversuche haben übrigen auch gezeigt, daß schwer röstende Flächse in diesem Fall günstigeren Ablauf des Verfahrens erkennen lassen, was immerhin beachtet sein will, selbst wenn eine Verkürzung nicht sehr erheblich und namentlich für die Arbeitseinteilung einer Fabrikwoche belanglos sein sollte. Für andere Vorteile dieser Harnstoffröste sei auf Literatur verwiesen (Tobler 1924). Weitere Versuche über Zusätze zur Röste sind in Moskau angestellt worden und haben folgende Ergebnisse gezeitigt:

1. Zusatz von Thomasschlacke vermindert die Röstdauer unter sonst gleichen Bedingungen auf 50,3 Stunden statt 78,5.
2. Zusatz von Kreide ergibt Verkürzung um 26,5 Stunden.
3. Neutralisation der Röstflüssigkeit durch Ätznatron vermindert die Dauer um 18,5 Stunden (68 statt 86,5 Stunden).
4. Neutralisation durch Ammoniak vermindert die Dauer auf 39,5 statt 113,5 Stunden.
5. Zusatz von schwefelsaurem Ammonium vermindert die Dauer auf 78,5 statt 115,5 Stunden.

Nach dem oben ausgeführten Theoretischen ist es klar, daß hierbei Abstumpfung der Säure zugunsten der durch ihre Entwicklung unter Umständen gehemmt, für den Fortgang der Röste nützlichen Bakterien vorliegt.

Hinsichtlich des Wasserwechsels muß unterschieden werden nach den gegenwärtigen Erfahrungen zwischen dem Wasserwechsel

nach Ablauf der physikalischen Stufe des Röstverfahrens (der Auslaugung) und dem später fortgesetzten Wasserwechsel. Wasserwechsel nach der Auslaugung muß die oben erörterten günstigen Erfolge zeitigen, d. h. er entfernt eine Menge von später unliebsamer (auch übelriechender!) Zersetzung unterworfenen und für den Röstvorgang mit der Entwicklung der Röstbakterien unnötigen Stoffen. Daher spielt die Auslaugung auch eine Rolle in den Vorschlägen zur Geruchsverminderung der Röste, die z. B. von Schürhoff und von Jochum gemacht wurden (Tobler 1922, 1). Andererseits kann aber die Auslaugung, insbesondere dann, wenn sie zu spät erfolgt, auch den Nachteil haben, daß bereits entwickelte Röstbakterien unerwünschterweise entfernt werden, ihre Entwicklung also erst von neuem beginnt. Wenn oben ausgeführt wurde, daß dieser Nachteil durch Zusatz gebrauchter Röstflüssigkeit mit bereits lebhaft entwickelten Röstbakterien ausgeglichen werden kann, so ist er gleichfalls zu überwinden durch Zusatz roher Kulturen dieser Organismen, wie er in einzelnen Röstern versucht worden ist. Es kann sogar in dieser Richtung noch weiter gegangen werden, indem schon bei Beginn der Röste eine derartige Anreicherung von geeigneten Röstbakterien durch Zusatz herbeigeführt wird, daß sie von vornherein wesentlich in Vorteil gesetzt und leichter in der Lage sind, der Säurebildung Widerstand zu leisten. Das ist der Kernpunkt der Carboneröste mit Zusatz einer Rohkultur des von Carbone als Rösterreger in Italien festgestellten *Bacillus felsineus* (Carbone [1926] und Carbone und Tobler [1922,1]). Die mit dieser Röste ausgeführten Versuche in Italien und in Deutschland haben in einer Anzahl festgelegter Fälle zweifellos günstiges Ergebnis gehabt. Sie laufen aber ebenso sicher in verschiedenen Ländern nicht ganz gleichartig aus und verdienen vom industriellen Standpunkt aus in jedem einzelnen Fall gesonderte Betrachtung. Vielleicht sind an einzelnen Orten unter an sich günstigen Bedingungen der Röste die Zusätze mit Rohkulturen, die auf Kartoffelbrei bei 35° vorher hergestellt werden müssen und in erheblicher Menge wenigstens von Zeit zu Zeit der mehrfach benutzbaren Röstflüssigkeit zugesetzt sein wollen, weniger nötig als in anderen Fällen. Und letzten Endes ist die Einführung solcher Röstern, wie sie in Italien gegenwärtig bereits laufend erfolgreich durchgeführt werden, eine rein wirtschaftliche Frage. Dabei ist zu erwähnen, daß die benötigten Kartoffelmengen insofern nicht als kostspielig gelten können, als bei der Kultur des Bazillus auf der Kartoffel die Kartoffelstärke restlos und in außerordentlich feiner, sonst nicht derart gekannter Form zur Gewinnung kommen kann (Peschke und Tobler 1925). Auch mit Zusatz aërober Rösterreger, so dem *Bacillus Comesii* von Rossi hat man in der Praxis zu arbeiten begonnen. Solche Röstern setzen aber Durchlüftung voraus, wenn dieser Organismus die Oberhand ge-

winnen soll. Der Vorteil des Verfahrens liegt gleichfalls in der Geruchsverminderung. Doch ist diese hier etwas anderes als die gleichfalls durch (geringere, zeitweilige) Durchlüftung erreichte in sonst anaërober Röste, wo dann die Zersetzung (Oxydation) übelriechender Stoffwechsel-erzeugnisse befördert werden soll (Tobler 1922, 1).

Die Warmwasserröste ist jedenfalls im Gegensatz zur Tauröste und zur Kaltwasserröste von vielen Zufälligkeiten befreit, der Röstvorgang ist jederzeit kontrollierbar und kann das ganze Jahr hindurch in gleicher Weise vorgenommen werden, bietet daher die Möglichkeit, auf gleichmäßiger Grundlage am sichersten fabrikmäßig zu arbeiten. Dennoch sind Röstfehler durchaus nicht ganz auszuschließen, sie hängen einmal von wechselndem Rohstoff ab. Längere Erfahrung wird hierbei lehren, daß das übliche Flottenverhältnis in der Röste (1 : 20) bei schwer röstendem Flachs vergrößert werden muß, was natürlich bei Wasserdurchfluß schwerer zu berechnen sein dürfte als bei der Röste in stehendem Wasser. Desgleichen ist die Haltung der Temperatur durchaus gelegentlichen Schwierigkeiten unterworfen. Erfahrung hat gezeigt, daß zufällige Abkühlung nicht allein eine Verlangsamung dadurch bedeutet, daß die Entwicklung und Tätigkeit der Röstbakterien bei erneuter Wärmezufuhr erst wieder von neuem einzusetzen haben, sondern daß dann auch wesentliche und ungewöhnliche biologische Umsetzungen in der Flüssigkeit eintreten können, die die Röste verderben (Ruschmann 1923, 4). Hierbei ist die Größe des Temperaturabfalles meist das Entscheidende, während nach einem Stand auf niedrigerer Temperatur das Heraufgehen weniger Schaden bringt. Das im übrigen bei Nachlassen der Dampfzufuhr zur Erwärmung die Möglichkeit besteht, Warmwasserrösten wenigstens vor Wärmeverlust zu bewahren, braucht nur angedeutet zu werden.

Für alle Wasserrösten, kalte und warme, ergibt sich aus dem Vorhergehenden die außerordentliche Bedeutung des Wassers (Bagrezowa 1923). Das gilt sowohl hinsichtlich der Menge, als auch der Art des Wassers. Dabei hat sich herausgestellt, daß längere Zeit stehendes Wasser günstiger ist für eine Kaltwasserröste. Die Härte des Wassers, d. h. die Menge der darin gelösten Verbindungen von Kalk und Magnesium, ist nicht unwichtig. Im allgemeinen wird weiches Wasser für die Röste empfohlen, doch ist ein Unterschied zwischen der Benutzung von Warmwasser- und Kaltwasserröste zu machen. Härteres Wasser (mit höherem Gehalt der genannten Stoffe) ist in der Kaltwasserröste nachteiliger als in der Warmwasserröste, was sich auch in den ältesten Kaltwasserrösten bewahrheitet hat. Es ist zweifellos, daß namentlich die Kalkverbindungen gewisse Eigenschaften der Faser ungünstig beeinflussen (Ruschmann 1924, 1 und 2). Allerdings steht fest, daß das Wasser der berühmten belgischen Lys-Röste keineswegs

sehr weich ist (Kränzlin 1922), doch besteht hier anscheinend noch eine gewisse Unkenntnis und liegt nur eine weniger sichere Analyse vor. Daß hoher Eisengehalt gleichfalls schädlich sein kann, leuchtet ohne weiteres ein, doch darf hierin nicht die Feinheit der chemischen Analyse als maßgeblich betrachtet werden. Im Zusammenhang mit dieser Frage des zu benutzenden Wassers darf aber auch die Frage des Abwassers nicht unerwähnt bleiben, sie kann zu Schwierigkeiten führen, weil das Abwasser der Röste zu einer Verschmutzung benutzter Wasserläufe und zu einer Schädigung der darin enthaltenden Fische führen kann, sofern nicht für eine Klärung vorher gesorgt wird. Wege hierfür sind verschiedentlich angegeben worden und mögen der Beachtung empfohlen sein (Carbone [1920], Stooff [1923], Ruschmann [1924, 2]). Düngewert kann dem Abwasser zukommen (Potapoff 1923).

Der Röste hat sich die Trocknung des Flachsstrohes anzuschließen, dessen Feuchtigkeitsgehalt zunächst etwa 300% des Strohgewichts beträgt. Gewöhnlich geschieht die Trocknung durch Aufstellen der Bündel im lockeren Zustand im Freien, erfordert aber dadurch Platz, Arbeit und Kosten (Abb. 70). Die künstliche Trocknung ist versucht worden und hat eine Reihe von verhältnismäßig verwickelten Konstruktionen gezeigt, unter denen der sogenannte Kanaltrockner, in dem aber die Temperaturen nicht zu hoch genommen werden dürfen, auch nicht zu viel Anstieg vertragen, eine gewisse Bedeutung erlangt hat. Trotz verschiedener Veränderungen an diesem Verfahren gilt es im allgemeinen noch als zu teuer und setzt zum mindesten eine gleichmäßige und gleichmäßig ertragsreiche Arbeit voraus. (Tobler 1923 mit den Vorschlägen von Hefter, Reiche, Stutz-Bentz.) In anderer Weise ist außerdem versucht worden, die Trocknung zu beschleunigen, indem die Wasserentziehung auf mechanischem Wege herbeigeführt wird, d. h. der feuchte Flachs einem Quetschverfahren mit Walzen zu unterwerfen sein soll. Diese aus Bronze mit Gummi-auflage bestehende, nicht allzu verwickelte Einrichtung verlangt an vorhergehender Arbeit nur die Ausbreitung des gewünschten Röstflachses, der, ununterbrochen den Walzen zugeführt, etwa 35% Röstwasser abgibt, zugleich damit auch anhaftende Trockensubstanzen verliert. Über Einzelheiten des Vorgangs belehrt folgende Tabelle:

Prozentualiter zum Gewicht des trockenen Strohes

Wassergehalt in dem Stroh vor dem Quetschen	280—320 %
Wassergehalt nach dem Quetschen	180—220 %
Entfernung von trockenen Substanzen (Haut- und andere Gewebe, Bakterien, Pektinstoffe) durch die Quetsche	2,6—4,5%

Das Stroh erscheint nach dem Vorgang sauber, wodurch die Faser reiner und feiner werden kann. Wenn frühere Versuche mit derartigem

Quetschen des Flachses zwar eine äußere Verfeinerung des Enderzeugnisses, aber gleichzeitig eine Abnahme seiner Festigkeit infolge mechanischer Verletzung erkennen ließen (was besonders verständlich ist aus

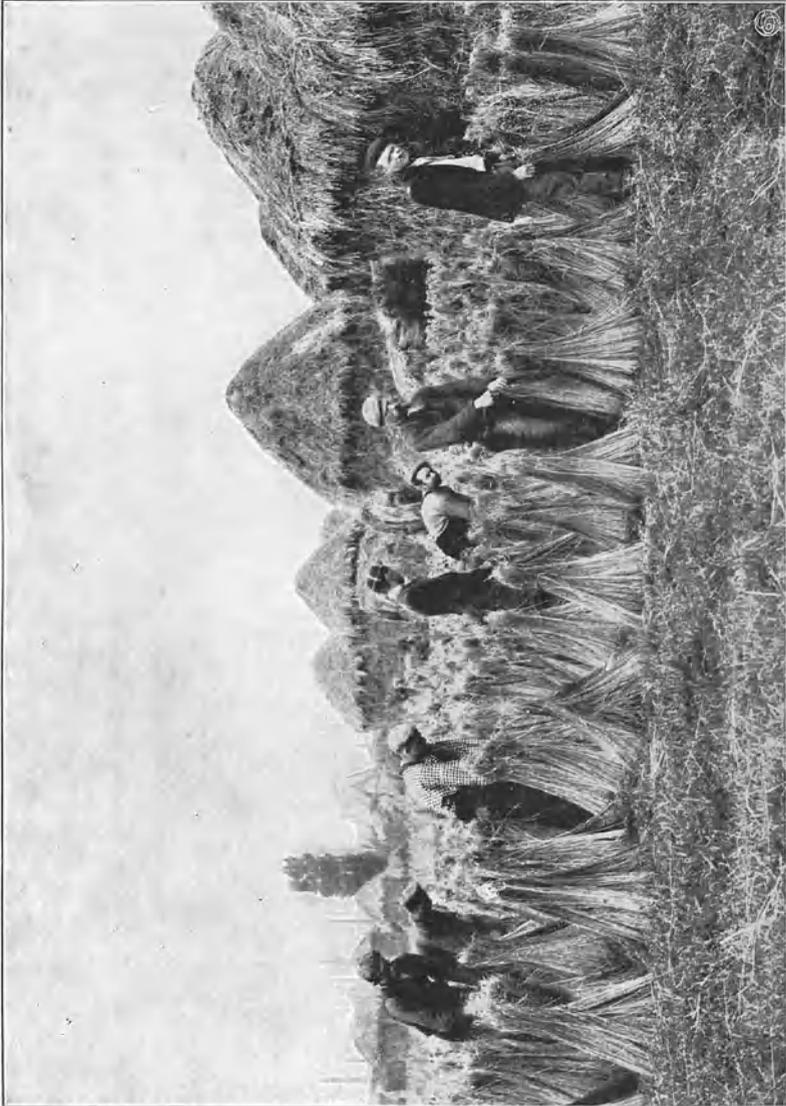


Abb. 70. Lys-Röste, Aufstellen des trocknenden Flachses in Kapellen und Umkehren (n. Frost).

der leichteren Verletzbarkeit des Flachses im feuchten Zustand) so können heutzutage zweifellos dem Quetschen günstige Ergebnisse zuerkannt werden.

C. Chemische Aufschließung.

Wiederholt ist versucht worden, anstelle der mit viel Handarbeit verbundenen üblichen Röstverfahren eine rein chemische Aufschließung zu setzen und mit ihr zunächst das gleiche zu erreichen, was die biochemischen Vorgänge in der Röste bedeuten. Als ein Beispiel aus neuerer Zeit mag das Verfahren von Rousseau (Franz. Pat. 573684, 1925) dienen. Es setzt eine 24stündige Aufschließung von rohen Fasern in in lauwarmem Bade voraus. Das Bad enthält auf 5 l Wasser 1 l Glycerin und 500 g Chlorkalk. Danach wird die Faser entwässert und gespült, 4 Stunden mit einer Lauge behandelt, in der auf 5 l Wasser 700 g Ätznatron, 5 l Salzsäure und 2,8 kg Chlorkalk kommen. Nach dieser zweiten Behandlung wird wiederum gespült und bei 35° C getrocknet. Dies Verfahren dürfte sich vielleicht für einige grobe und wirtschaftlich weniger Arbeit lohnende Fasern eignen, für Flachs allerdings wohl kaum ernsthaft in Frage kommen.

In neuerer Zeit hat eine rein chemische Aufschließung in der Industrie Aufsehen erregt, die von Peufaillit vorgeschlagen und in Frankreich durchgeführt wurde. Wenn man dieses Verfahren nach dem benutzten Lösungsmittel als Petroleumröste bezeichnet hat, so ist nach unserem Ermessen die Anwendung des Begriffs Röste nicht ganz zutreffend, da es sich um eine chemische Aufschließung handelt. Das Verfahren besteht in einer sechsstündigen Kochung des Strohflachs in einem Autoklaven bei zwei Atmosphären Druck und 4% Petroleumzusatz (D. R. P. 261 931 und 323 668 von 1912). Das Ergebnis wird in deutschen Versuchen (Schneider [1920, 2], Löwe [1924]) als nicht ungünstig dargestellt, insbesondere wegen des geringen Abfalles an Schwingwerg, d. h. einer guten Erhaltung der vorhandenen Langfaser infolge starker Durchdringung und Biegsamkeit der Stengel. Die Versuche, die das Verfahren in Vergleich mit Röste setzten (Ruschmann 1922) zeigen keinen Vorteil und unter anderm eine Beeinträchtigung der Faserfestigkeit. Inzwischen ist von dem Verfahren nicht mehr die Rede gewesen und es sind größere Anlagen damit, jedenfalls bei uns, nicht in Betrieb gekommen.

Anschluß hieran findet aber unzweifelhaft die ganze Gruppe von Bestrebungen, die heutzutage mit dem Schlagwort Kotonisierung (Verbaumwollung) zusammengefaßt werden und deren Ziel, wie der Name besagen soll, eine derartige Aufschließung ist, daß ein nicht allein der Baumwolle ähnliches, sondern auch nach ihrer Art zu verspinnendes Material feiner Fasern entsteht. Die ersten Bemühungen in dieser Richtung liegen sicher schon in der Mitte des 19. Jahrhunderts, haben aber ihre Hauptentwicklung erst in der neuesten Zeit, besonders der des Krieges genommen (Verfahren von R. Geiss, Patente von

Billwiller, von Waentig u. a.). Daß die Kotonisierung sich, wie bisweilen angenommen, als Ziel setze, die Einzelfaser (Elementarfaser) des Flachsbündels vorzuführen, ist indes ein Irrtum. Was vielfach als solche angesehen wurde, ist in den meisten Fällen nur ein Teil eines Bündels, setzt sich aber doch noch aus mehreren Einzelfasern zusammen. Es ist auch nicht das Wesentlichste, wie neuerdings betont wird (Halama 1926), daß eine solche Zerlegung in dem Baumwollhaar ähnliche Bestandteile erfolgt, sondern daß diese Bestandteile auch wirklich spinn technisch der Baumwolle ähnlich werden. Dies kann sehr wohl auch in einer Drehung und Kräuselung des zu gewinnenden Materials und mehr in dieser als in dem Grad der Aufschließung enthalten sein. Im Grundzug ist der Vorgang der Kotonisierung nichts anderes als eine weitgehende Röste, wie denn auch in einer Reihe von Bemühungen, entweder eine rohe Röste vorauf geschickt wird, oder aber unvollkommen, ungleichmäßig oder sonst fehlerhaft geröstetes Fasermaterial als Ausgang dient. Mit anderen Worten, es müssen die Verbindungsschichten zwischen den Zellwänden (technologisch „Inkrusten“), gleichviel ob Pektin oder Lignin enthaltend, weitgehend gelöst werden. Soweit nicht Geheimverfahren vorliegen, läßt sich erkennen, daß auf jegliches Material in den meisten Fällen hierzu Natronlauge als Aufschließungsmittel benutzt wird. Dies kann eine Ablauge aus der Bleicherei sein oder eine Seifenablauge. In selteneren Fällen wird dazu auch Säure benutzt, manchmal ein Säurebad der Kochung mit Alkalien angeschlossen. Stärkere Benutzung von Säure, z. B. Salzsäure, führt wohl zu weit und ist daher eher geeignet, einen Papierrohstoff als einen solchen für die Textilindustrie zu liefern. Im allgemeinen ist aber auch hierbei wohl nicht das Aufschließungsmittel maßgeblich, sondern wie wiederum Halama (1926) betont, Temperatur und Art des Kochens bei dem Verfahren. Nach den Versuchen der Genannten empfiehlt sich aus wirtschaftlichen Gründen niedrige Konzentration eines Aufschließungsmittels unter Anwendung höherer Temperatur. Zugleich aber erscheint die Nachbehandlung von bedeutendem Wert, wobei zu fragen ist, ob die kotonisierte Faser vor oder nach dem Spinnen gebleicht werden soll. Im allgemeinen wird stärkere vorherige Bleiche nicht nötig sein, weil ja auch die rohe Baumwolle noch nicht vollkommen gebleicht in den Spinnprozeß eingeht. Jedenfalls soll die Aufschließung spinn technisch möglichst gutes und gleichmäßiges Material liefern. Es steht fest, daß heute selbständige Verspinnung kotonisierter Flachsfaser möglich und keineswegs die Verspinnung zusammen mit Baumwolle als notwendig angesehen werden muß. Verspinnungsversuche (Brenger 1921, Johannsen 1924) haben gezeigt, daß ungleiche Faserdicke nicht störend ist. Sie ist es vielmehr, die dem verarbeiteten Stoff den bezeichnenden Leinencharakter erhält. Es muß aber für eine

gleichmäßige Länge möglichst gesorgt sein, ein Ziel, das zweifellos sehr vorteilhaft in dem Verfahren von R. Geiss erreicht worden ist. Wenn in diesem Verfahren oder in anderen der hohe Glanz der Leinenfaser, ihr eigenartiger Griff und andere von der Baumwolle abweichende Eigenschaften bei der großen dieser ähnlichen, Weichheit und Geschmeidigkeit der Erzeugnisse erhalten bleiben, so muß das seinen Grund in feinsten Merkmalen der Faseroberfläche haben, dürfte also wohl durch die Einzelheiten des Spülprozesses und anderer Nachbehandlung ebenso beeinflusbar sein, wie das der Griff der Flachsfaser auch sonst ist.

Es muß gesagt sein, daß das Problem der Kotonisierung durchaus als gelöst angesehen werden kann, daß es dafür aber durchaus mehr als einen gangbaren Weg geben kann, wie mir aus Erfahrung bekannt ist. Welcher von diesen an jedem Orte und zu jeder Zeit der richtigste ist, ist eine rein wirtschaftliche Frage und abhängig von Menge und Preis des zur Verfügung stehenden Aufschließungsmaterials, Güte und Menge der zu verarbeitenden Rohstoffe (ob Stroh, ob Lang- oder Kurzfaserafall) und endlich vom Ziel des Betriebes, d. h. dem Wunsche und der Möglichkeit, kotonisierte Flachsfaser allein oder zusammen mit Baumwolle zu verarbeiten. (Über die Erzeugnisse mit cotonisierter Faser und ihre allgemeine Bedeutung vgl. auch Gminder 1924.) In diesem Zusammenhang darf nicht unterlassen werden, darauf hinzuweisen, wie fernere Verarbeitung der Flachsfaser, vor allem die Bleiche vor und nach der Verspinnung, in einer ganz ähnlichen Richtung weiterarbeitet. Die verschiedenen Vorgänge, auf die hier einzugehen nicht der Ort ist, wirken weiterhin lösend auf Pektinstoffe, die in und um die Bündel vorliegen. In erheblichem Maße schwindet so zweifellos die Verbundfestigkeit, d. h. die Pektinstoffe zwischen den Bündelfasern werden noch gelöst, wenigstens zum Teil, und damit zwar die Feinheit des Stoffes erhöht, aber auch die Festigkeit herabgesetzt. Andererseits haben künstliche Verbindungen, die der Spinnprozeß mit sich bringt, für das Enderzeugnis neue Festigkeiten ergeben. Vorübergehend treten auch ähnlich wie für das Zustandekommen des Griffes erwähnt (S. 216) „Verleimungen“, d. h. neue, verbindende Überzüge von Pektinstoffen auf den Fasern (und zwar auch den versponnenen) auf, die in gewissem Sinne deren Festigkeit mitbedingen (Schneider 1908).

D. Brechen und Schwingen des Flaches.

Wenn wir heute nebeneinander halten, wie man in alter Zeit den Flachs in der Hausindustrie nach der Röste mit scheinbar rohen Mitteln bis zum spinnfertigen Zustand zurechtmachte, heute dagegen in weitgehend ausgedachter Form maschinelle Aufbereitung in möglichst einheitlichem Gange an die Stelle davon zu setzen versucht, so muß bedacht werden, daß die älteren einfachen Wege deshalb weniger roh

waren als sie scheinen, weil sie nur in kleinen Mengen von Hand und sozusagen liebevoll vorgenommen, im einzelnen auch so vielstufig waren, daß sie im Ergebnis doch sehr oft feine und haltbare Faser erzielen konnten. Man nennt heute die zwei Stufen der Faserbereitung aus dem gerösteten Stengel das Brechen und Schwingen und pflegt als noch heute benutzte einfachere Form die Flachsbreche verschiedener Gestalt und den Schwingstand hinzustellen. Tatsächlich ist aber der Vorgang der alten Flachsbereitung umständlicher gewesen (Schoneweg 1923). Er begann mit einem vorsichtigen Weichschlagen der Stengel, die nach der Röste getrocknet waren und wurde etwa mit einem Holz auf einem Klotz ausgeführt (das sogenannte Boken oder Büllen.) In anderen Fällen mag eine besondere Art des Dreschens auf der Tenne dafür eingetreten sein. Erst nach diesen Vornahmen begann das eigentliche Brechen (oder Raken) des Flachses, zu dem ein Gestell dient, auf dem sich drei parallele Schienen von Holz befinden, an der Oberfläche etwas zugeschärft, zwischen die ein gleichfalls aus zwei abgestumpften Schienen bestehender Schlägel hereinpäßt, der an seinem einen Ende einen Handgriff trägt, während er an dem anderen sich um einen Bolzen dreht, der senkrecht zur Schienenrichtung durch sämtliche oberen und unteren Schienen durchgeführt ist. Indem die rechte Hand das obere Schienenpaar (den Schlägel) auf und abwärts bewegt, zieht die linke Hand ein Stengelbündel zwischen den oberen und unteren Schienen durch. Dabei werden die Stengel doppelt geknickt, bei jedem Niedergehen der oberen Schiene und beim Durchziehen, also an einer ganzen Reihe von Stellen, dieser Wirkung ausgesetzt. Von der Handhabung, vom Zustand der hölzernen Schienen und auch dem des Flachses (ob trockner, ob feuchter) hängt es dann ab, ob und in welchem Maße mechanische Verletzung der Fasermasse eintritt, die bei gut geröstetem Flachs jedenfalls auf diesem Wege, mindestens bei einer Wiederholung des Durchziehens von den Holz- und Rindenteilen befreit werden kann. Eine vollständige Entfernung der Holzteile (Scheben) erfolgte aber in alter Zeit durch eine weitere Maßnahme, nämlich das Reiben des gebrochenen Flachses auf einem rauhen ledernen Lappen, der auf dem Schoß gehalten wurde. Erst nach diesem letzten Vorgang, dem Ribben, war der Flachs zum Schwingen fertig. Dieses wurde in alter Zeit so vorgenommen, daß das Flachsbündel durch den Ausschnitt eines Brettes hindurchgesteckt, von der anderen Seite mit der Hand oder einem (hölzernen) Schwingmesser geschlagen wurde, wobei die außen anhängenden fremden Gewebsteile von der Faser entfernt werden sollten. An das Schwingen schließt sich das Hecheln, das im wesentlichen einem Kämmen zu vergleichen ist. und die Langfaser von den anhaftenden Kurzfasern trennt. Der altertümliche Vorgang mit seinen vielfachen Handhabungen und Stufen ist in dieser

Form zweifellos nirgend mehr vorhanden. Übrig geblieben ist in roherer Aufbereitungsform, etwa in Tirol oder anderen Gebieten kleinbäuerlichen Flachsbetriebes, das Brechen, das Schwingen und Hecheln als die Hauptstufen. Es ist klar, daß diese allein roher betrieben werden müssen, wenn sie zum Ergebnis führen sollen und daher leichtere Verletzung der Faser mit sich bringen.

Die maschinelle Aufbereitung des Flachses bedient sich heute zunächst der Knickmaschine mit mehreren gußeisernen Riffelwalzen (6—20 Paaren). Für das Schwingen werden Schwingstände gebraucht, in denen, meist in Reihen für mehrere zugleich, mechanischer Antrieb für ein Rad benutzt wird, auf dem Messer an dem Flachs so vorbeigeführt werden, daß sie, in schräger Richtung darauff treffend, die lösbaren Teile anhaftender Gewebe entfernen. Es kann hierbei selbstverständlich durch mehrfaches Schwingen des Flachses die Feinheit der Arbeit wesentlich erhöht werden. Es ist ferner nicht gleichgültig, mit welcher Schnelligkeit das Schwingrad läuft, welche Stellung die Messer haben und aus welchem Material sie hergestellt sind. Alles das sind Faktoren, deren Gunst oder Ungunst in der Verletzung der getrockneten Fasern zum Ausdruck kommt, so daß (vgl. S. 31) aus dem Grad und der Häufigkeit dieser Verletzungen die Güte der Leistungen solcher Maschinen abgelesen werden kann. Da verschiedene Sorten Flachs auch in geröstetem Zustand zur Erzielung besten Ertrags verschiedener Behandlung beim Schwingen bedürfen, so ergibt sich auch daraus, daß das Schwingen von Hand zweifellose Vorteile besitzt, vor allem dann, wenn ungleichmäßiges Material zur Ausarbeitung gelangt, wie das für den Großbetrieb fast selbstverständlich ist. So hat der belgische Schwingstand mit mechanischem Antrieb auch heute noch seine große Bedeutung.

Man versucht allerdings in der fabrikmäßigen Verarbeitung einen anderen Weg zu gehen, indem man Maschinen konstruiert, die in einem System das Knicken, Brechen und Schwingen vereinigen. Brech- und Schwingmaschinen dieser Art sind die von Helsing, Swynghedau u. a. (W. Müller 1922, 1 und 1924), die sich mehr oder weniger dem System der Handbreche und dem Schwungstand anschließen, doch allgemein schon schonender mit der Faser umgehen. Eine großzügigere Lösung dieser Aufgabe stammt von Ignaz Etrich (1922). Seine Knick- und Schwingmaschine liefert 200—225 kg Langfaser in acht Stunden und bedurfte zur Bedienung sechs Arbeiter. Sie verlangte sehr trockenen Röstflachs, so daß in den meisten Fällen künstliche Trocknung vorgehen mußte. Bisher hat diese Maschine im allgemeinen für feinste Ausarbeitung die Schwingstände nicht zu ersetzen vermocht, diente vielmehr im allgemeinen häufiger für die Verarbeitung des geringwertigeren Röstflachses. Mehr wird dagegen erwartet von

der Schwingturbine, die Vansteenkiste erfunden hat, und die früher von Küchenmeister, jetzt von Bindler hergestellt wird. Die Knickeinrichtung hat dabei nur zwei Paar Walzen, die runde und stumpfe Riffeln aufweisen, so daß die Stengel nicht eigentlich gebrochen werden, sondern fast unzerschlagen und unbeschädigt bleiben. Das Schwingen erfolgt in einer einfachen Trommel mit stumpfen Stahlmessern. Wichtig ist, daß das Schwingen auch hier wechselweise von beiden Seiten an dem frei herabhängendem Teil des Flachses geschieht. Ähnlich, wie schon bei Etrich, erfolgt auch hier im Laufe des Ganges selbsttätige Umspannung und danach Ausschwingung der vorher nicht behandelten Hälfte. Die Produktion an Faser, die bei Knickmaschinen und Schwingstand 10 kg beträgt, soll hier in gleicher Zeit 50—110 kg ausmachen, die Bedienung selbstverständlich geringer sein und die Beschädigung der Faser so gut wie ganz unterbleiben. Allerdings ist auch die Forderung zu machen, daß die Röstbündel, die der Maschine zugeführt werden, frei von Wirrstroh sind, daß das Flachsstroh nicht verzogen ist, d. h. also etwa vorher eine geeignete vorbereitende Entsamungsmaschine durchlaufen hat. Die Ansprüche an vorhergegangene Trocknung sind geringer als bei Etrich. Im übrigen gleicht die Maschine unrechte Lagerung der Stengel erheblich aus. In sehr geschickten Versuchen hat Müller (1925) gezeigt, daß ein Abschlagen von Fasern vornehmlich auf der Wurzelseite erfolgt, also dort, wo ein Verlust weniger zu beklagen ist. Selbst schlechter Flachs liefert noch verhältnismäßig gutes Ergebnis, auch kurze Stengel oder selbst feuchte werden brauchbar verarbeitet, und insgesamt das Ergebnis gefunden, daß die Schwingturbine dem belgischen Schwingstand nicht an Arbeitsleistung nachsteht. Mit dieser 1905 zuerst hergestellten und seitdem weitgehend verbesserten Maschine dürfte daher die fabrikmäßige Ausarbeitung die bisher höchste bekannte Leistung erreicht haben. Das entstehende Werg wird mit den Scheben zusammen von der Langfaser durch die Schwingtrommel getrennt und fällt unter die Maschine. Von hier abgesaugt, wird es auf pneumatischem Wege auf eine Schüttelmaschine gebracht, die die Trennung von den Scheben herbeiführt.

Von dieser in einigen Hauptlinien angedeuteten Bearbeitung zu trennen ist diejenige, bei der im Hinblick auf die Art des Strohes nicht mit der Erzeugung von Langfaser gerechnet werden kann und infolgedessen die verwickelteren Einrichtungen nicht in Frage kommen, weil sie unwirtschaftlich arbeiten würden. Für Kurzfasern oder Heede besitzt man indessen eigene Konstruktionen, die im allgemeinen (so von I. Etrich) aus einer Knick- und Schwingvorrichtung und einer Schüttelmaschine bestehen. Der Grundsatz eines solchen Wergsystems ist an sich ähnlich den oben erwähnten Einrichtungen, die Behandlung nur weniger verwickelt, auch roher und dadurch die Wirtschaftlich-

keit mit Rücksicht auf den geringeren Wert des Erzeugnisses erhöht. Selbstverständlich sind auch die Kosten für derartige Maschinen geringer als für die feinere und längere Faser erzeugenden.

Fragen wir auch hier wieder nach dem Endergebnis und den Möglichkeiten seiner Beurteilung, so wiederholen sich zunächst einmal unzweifelhaft die Eigenschaften des Strohflachses (S. 208) insofern, als guter Strohflachs besseren Hechelflachs ergibt. Dazwischen liegt aber nicht allein die schwierige Stufe der Röste mit ihren Fehlermöglichkeiten, Mißgriffen, Zufällen, sondern auch die Kette von Trocknung — Aufbewahrung — Knicken — Schwingen — Hecheln. Nicht immer läßt sich bei geringer Güte des Enderzeugnisses dieser Reihe angeben, wodurch — abgesehen von der Beschaffenheit des Flachsstrohes, Sorte, Ernte — die Herabsetzung erfolgte. Wohl aber bleiben Gruppen von Eigenschaften, deren Prüfung und Feststellung die notwendige Grundlage für die Bewertung ergibt: Festigkeit, Teilbarkeit, Reinheit, Haltung, Feinheit, Farbe, Glanz, Geschmeidigkeit, Länge (Mann 1924). Aus den vorhergegangenen Abschnitten ist erkennbar, daß Festigkeit in fast allen Stufen beeinflußt werden kann, Teilbarkeit, Feinheit, Farbe, Glanz, Geschmeidigkeit wesentlich vom Röstvorgang, Haltung, Länge, Reinheit, Feinheit stark vom Ausgangstroh, Reinheit, Geschmeidigkeit, Länge aber auch von den der Röste folgenden Vorgängen in Abhängigkeit gezogen werden. Eine Standardisierung der Flächse ist noch nicht herbeigeführt, wenn schon angeregt (z. B. Tobler 1920, 1). Sie dürfte erst bei durchgesetzter größerer Gleichmäßigkeit der fabrikmäßigen Herstellung gelingen, sie ist eines der Ziele der deutschen Leinenbörse.

E. Die Verwertung der Scheben.

Die bei der Ausarbeitung des gerösteten Flachses abfallenden Teile andersartigen Gewebes (Scheben) haben früher entweder als Streu in Ställen oder auch schon als Brennstoff Verwendung gefunden, dienten auch zum Eindecken von Pflanzen gegen Frost, unter Umständen schließlich als minderwertiges Futter. Je größer ihre Mengen in der fabrikmäßigen Ausarbeitung des Flachses geworden sind, desto mehr hat man sich bemüht, andere Verwendungsmöglichkeiten anzugeben. Die Verwendung als Brennstoff hat zweifellos fabrikmäßig immer noch eine Bedeutung, setzt allerdings besondere Transportsysteme voraus. Außerdem hat sich gezeigt, daß die Scheben zweckmäßig nicht allein verfeuert werden, da sie Verschlacken des Rostes nach sich ziehen, aber auch die Verwendung mit anderem Brennstoff ergibt Schwierigkeiten, doch ist durch besondere Konstruktion sowohl die Zuführung der Scheben zur Feuerung als auch die Art des Rostes derart verändert worden, daß im allgemeinen eine Nutzung auf diesem Wege stattfinden

kann (Müller 1923, 3). Andere Möglichkeiten der Verwertung sind insbesondere darin gesucht worden, daß man aus den Scheben Zellulose herzustellen sich bemühte. Bei dem steigenden Bedarf an besonderem Rohstoff hierfür sind auch die Versuche keineswegs als abgeschlossen anzusehen, wenngleich eine weitgehende Verwertung in dieser Richtung wohl noch nirgends stattfindet. Die Aufschließung ist jedenfalls möglich und der Zellstoff kann zu Papier oder Pappe verarbeitet werden, ausgeführt in Rußland (nach Rjaboffs Vorschlag 1921), insbesondere dann, wenn ein Zusatz von anderem Zellstoff erfolgt. Dagegen ist an eine Verwertung als Düngematerial nicht zu denken (Schürhoff 1919). Ebenso wenig hat es sich als möglich erwiesen, die in den Scheben mit enthaltenen Fasermengen nachträglich noch zu gewinnen und etwa durch chemische Aufschließung (Kotonisierung s. S. 229) als Spinnmaterial nutzbar zu machen.

F. Flachsfaser für Papier.

Es dürfte bekannt sein, daß die Papiere alter Zeit aus Papyrus oder aus Bastarten bereits im Mittelalter verdrängt wurden durch das Verfahren, Papiermasse aus Lumpen herzustellen. Die ursprünglich aus Ostasien gekommene Kunst des Papiermachens wurde von den Arabern nach Ägypten, Nordafrika und endlich nach Spanien gebracht, durchwanderte dabei also Länder, bei denen als Ausgangsmaterial statt, wie früher in Ostasien, Bambus und andere besondere Papierpflanzen, nun Lumpen mit als Rohstoff dienen konnten. Das Heruntergehen des in diesen vorhandenen Leinengehaltes, der noch Ende des 18. Jahrhunderts der übliche war (Böhmer 1794), für zunächst gewisse Papiersorten ist verständlich mit dem Rückgang des Leinens gegenüber Baumwolle in späterer Zeit. Im Zusammenhang hiermit und dem stärkeren Papierverbrauch entstand dann bekanntlich die Papierrohstoffbereitung aus Holz, die noch heute die wesentliche Rolle spielt. Immerhin ist aber der Anteil der Leinenfaser im Papier und also bei den besseren Papiersorten auch heute noch nicht zu unterschätzen und zugleich noch nicht im vollen Maße ausgenutzt. In Lumpenpapier von heute dürfte allerdings in vielen Fällen der Leinengehalt nicht mehr allzugroß sein, neben den Lumpen gelangen aber mancherlei Abfälle aus der unmittelbaren Verarbeitung des Flachses in die Papierindustrie. Sehr mit Recht ist vor allem erwogen worden, daß die großen Massen gegenwärtig überhaupt noch nicht ausgenutzten Flachsstrohes, nämlich die des für die Ölgewinnung gebauten Flachses in Süd- und Nordamerika, sehr beträchtliche Mengen von Papierrohstoff zu liefern imstande sind, wie Versuche schon zeigten (Van de Venne [1907], Merrill [1916] und Boerger [1926]). Jene Strohmassen werden noch gegenwärtig in großem Maß verbrannt oder höchstens als Streu verwendet. Die Tausende von Tonnen,

die sie an Papierstoff zu liefern vermöchten, sollen in der Lage sein, große Massen des bisher eingeführten Papierrohstoffs jener Länder zu ersetzen und das um so mehr, als z. B. in Nordamerika beträchtliche Massen von Leinenabfall als Zusatz zur besseren Papiermasse zur Einfuhr gelangen. Pappen und Papiere sind unbedingt Erzeugnisse, in denen die lange Faser, aus welcher Form sie auch zugeführt sein mag, zur Festigkeit und Erhöhung der Güte wesentlich beiträgt. Auch hat unzweifelhaft die Leinenfaser (ebenso wie Hanffaser) vor dem Holz aus Nadel- oder Laubhölzern Vorteile größerer Gleichmäßigkeit, was ebenso auch für die an sich wie Holz aufzuschließenden Scheben (vorzüglich Holzteile der Stengel) gilt, weil diese mangels der Jahrringbildung und aus ihr sich ergebender Unterschiedlichkeit von Teilen der Holzmasse, einheitlichen, für die Aufschließung gleichmäßig zugänglichen Rohstoff bilden. Wie in vielen ähnlichen Fällen werden letzten Endes allerdings auch hierbei Preisfragen eine große Rolle spielen, so werden die Flachsabfall aufnehmenden Papierfabriken unter Umständen in Wettbewerb stehen mit solchen, die sich der Kotonisierung (S. 229) widmen wollen. (Auf die besondere Möglichkeit, ähnlich wie aus Holzmasse, auch aus den Holzbestandteilen des Flachsstengels, den Scheben, Papierstoff zu bereiten, ist oben eingegangen).

Zwölftes Kapitel.

Der Leinsame und seine Verwertung.

(E. Schilling.)

A. Bau und Inhalt des Leinsamens.

Die Kapsel von *Linum usitatissimum* enthält, falls alle Samenanlagen zur Entwicklung gelangen, zehn ausgebildete Leinsamen. Die Farbe der Samen ist meistens ein kräftiges Braun in den verschiedensten Abstufungen. Nach der einen Seite hin geht die Färbung über Hellbraun bis zu rein gelben oder weißlichgelben Tönen, nach der anderen über Braunoliv bis zum reinen Grün. Während in den Handelssaaten meist ein buntes Gemisch der verschiedenen Braunfärbungen vorliegt¹, gelingt es durch Züchtung reine Linien mit konstanter Kornfarbe zu erhalten. Die Oberfläche gesunder Saaten ist in der Regel stark glänzend und glatt, so daß aufgeschichtete Saaten leicht „fließen“; matte, rauhe Oberfläche legt Verdacht auf Krankheiten nahe. Die Form des Leinsamens ist im Umriß \pm eiförmig, am schmalen zugespitzten Ende liegt der Nabel. Die Samen sind ziemlich plattgedrückt

¹ Betr. Färbung vgl. auch vorn unter „Krankheiten“, S. 119 u. 139, sowie Tammes 1927.

und flach, doch kann die Dicke infolge der verschiedenen Sorten, Vegetationsbedingungen und Reifegrade erheblich schwanken. Die großkörnigen Ölleine sind meist dicker als die kleinkörnigen Faserleine Herzog (1918) gibt z. B. für die Dicke an: Maximum 1,15 mm, Mittel 0,87 mm, Minimum 0,60 mm, Kappert [1921 (1)] fand in einer genauer untersuchten schlesischen Leinsaat Dicken von 0,50 mm bis 1,10 mm, wobei die Größenklassen von 0,8 bis 1,0 mm am zahlreichsten vertreten waren. Für verschiedene reine Linien von Ölleinen fand ich Korndicken von 0,9 bis 1,55 mm, für schwere indische Saat Herzog¹ 1,4 mm. Ebenso wechselt auch Länge und Breite des Kornes². Die Zahlen für die Länge schwanken von etwa 3,7 bis 5,75 mm, die der Breite von etwa 1,8 bis 3,2 mm. Dementsprechend verhalten sich die absoluten Korngewichte: für Faserleine bewegt das Tausendkorngewicht sich meist um 4,5 g herum, kann nach unten bis auf etwa 3,6 g sinken (Ötztaler Saat), nach oben bis auf etwa 5,2 g steigen und durch Züchtung noch höher gebracht werden. Für Ölsaaten³ schwanken die Tausendkorngewichte nach Filter (1919) von etwa 3,9 g (japanische Handelssaat) bis auf 9,8 g (marokkanische Handelssaat)⁴. Durch Züchtung lassen sie sich gleichfalls beträchtlich erhöhen; so konnte ich in eigenen Versuchen bisher 12—15,3 g erreichen. Das spezifische Gewicht des Leinsamens schwankt von etwa 1,101 bis 1,17.

Dem inneren Bau nach besteht der Leinsamen aus drei Teilen: zu äußerst liegt die dünne spröde Samenschale (Testa), dann folgt als dünnes Häutchen das nur spärlich entwickelte Keimnährgewebe (Endosperm), der Kern schließlich wird gebildet vom Keimling (Embryo), der aus den beiden kräftigen, fleischigen Keimblättern und dem kurzen Würzelchen besteht. Embryo und Endosperm liefern das Öl und Eiweiß, die Samenschale den Schleim des Leinsamens. Die Samenschale (vgl. Abb. 71) besteht aus fünf verschiedenen Schichten, wir unterscheiden von außen nach innen: 1. die von einer durchsichtigen dünnen Kutikula überzogene Epidermis. Kubische, farblose Zellen, nach einer Richtung etwas gestreckt, in Wasser aufquellend und dann an den Außen- und Seitenwänden starke, geschichtete Schleimmembranen zeigend, die sich im Wasser allmählig auflösen⁵. — 2. Darunter 1—5, meist 2—3 Lagen Parenchymzellen, die meist etwas tangential gestreckt sind und zuweilen Stärke enthalten⁶. — 3. Eine charakte-

¹ Mitt. d. Forsch.-Inst. Sorau Bd. 2, S. 113. 1920.

² Vgl. hierzu auch Kappert [1921 (1)] u. Tammes (1907), die u. a. den Einfluß äußerer Bedingungen untersuchten.

³ Genauere Angaben vgl. S. 243.

⁴ Für mediterrane Saaten fand ich 10—12 g.

⁵ Vgl. Kořan (1899).

⁶ Vgl. S. 140.

ristische, blaßgelbliche oder farblose einzellige Schicht von derbwandigen, getüpfelten, radial gestreckten Steinzellen. — 4. Eine dünne, farblose, mindestens zweireihige Schicht von zusammengepreßten Parenchymzellen (ursprüngliche Nährschicht), deren eine äußere Zelllage (Querzellen) längsgestreckt und senkrecht zu den Steinzellen verläuft. — 5. Die rotbraun gefärbte Pigmentschicht, bestehend aus einer Lage von vier- bis sechseckigen, im Querschnitt rechteckigen Zellen mit kräftigen Wänden und Tüpfelung an den Querwänden. Diese Schicht bewirkt die Braunfärbung des Samenkornes und ist für die Erkennung des Leinkuchenschmehles besonders wertvoll. Der rotbraune Zellinhalt besteht aus einer homogenen Masse, die leicht als Ganzes herausfällt, unlöslich in Wasser und Alkohol ist und sich mit Eisenchlorid schwarzblau färbt, demnach den Gerbstoffen nahesteht. Sie fehlt in den gelbsamigen Varietäten.

Nach innen zu folgt dann eng anliegend das Endosperm: farblose, parenchymatische Zellen mit Ölplasma und Aleuronkörnern nebst Kristalloiden (Eiweiß), am stärksten an der Radicula entwickelt (bis zu 25 Reihen), am schwächsten an den Kanten des Samens (etwa 4 Reihen). Das dann folgende Gewebe der Keimblätter ist mächtig entwickelt, von einer kleinzelligen Epidermis bedeckt und besteht gleichfalls aus parenchymatischen, am Querschnitt sechsseitigen dünnwandigen Zellen mit Ölplasma und Aleuronkörnern.

Für die genauere Zusammensetzung des Leinsamens in chemischer Hinsicht werden im folgenden (S. 249 und 250) einige Analysen gegeben; hier seien noch folgende weiteren Angaben gemacht: der Aschengehalt des Samens beträgt etwa 2,5—8%, und dürfte im Mittel etwa 4% ausmachen. In der Reinsache¹ sind nach Herzog (1918,

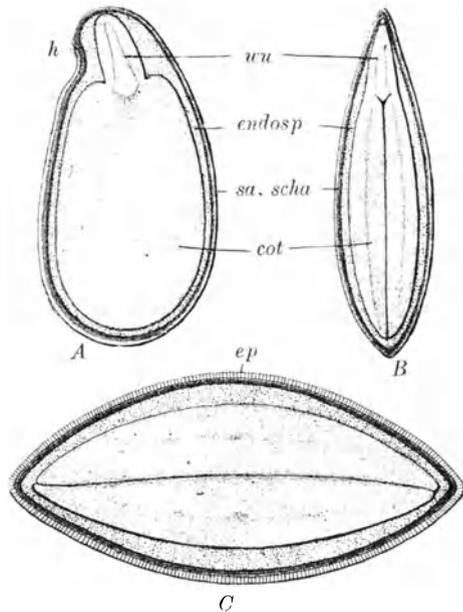


Abb. 71. Leinsame durchschnitten, *A* längs parallel der Breitseite, *B* parallel der Schmalseite *C* quer. *Sa. scha* = Samenschale, *ep* = deren Epidermis, *endosp* = Endosperm, *cot* = Keimblätter, *wu* = Stämmchen der Keimpflanze. Vergr. *A* u. *B* 10 ×, *C* 22 ×. (Nach Gilg).

¹ Kohle-, sand- und kohlenstofffrei.

S. 31) enthalten Phosphorsäure 44%, Kaliumoxyd 28,41%, Magnesiumoxyd 13,01%, Kalziumoxyd 8,62%, Eisen- und Aluminiumoxyd 3,12%, Natriumoxyd 1,25%, Kieselsäure 0,62%, Schwefelsäure 0,15%, Manganoxyd 0,10%, Chlor 0,08%.

An organischen Substanzen¹ finden sich im Eiweiß: Proteïn, Edestin, kristallisiertes Globulin, ein Albumin, wenig Proteosen und Peptone; Lezithin. An Enzymen² wurden nachgewiesen: Lipase, Protease, ferner ein glykosidspaltendes Enzym, welches das im Leinsamen enthaltene Glykosid Linamarin (identisch mit Phaseolunatin) in Dextrose, Blausäure und Azeton spaltet: $C_{10}H_{17}O_6N + H_2O = C_6H_{12}O_6 + HCN + (CH_3)_2CO$. Letzter Vorgang ist nicht ohne Bedeutung, da blausäurehaltige Leinsamenpulver und Leinkuchen unter Umständen schädlich wirken können. Kohn-Abrest³ fand in Leinsamen 0,0107—0,031%, in Leinkuchen 0,0297—0,038% Blausäure in Form von Linamarin, wovon der größere Teil durch wäßrige Mazeration in Freiheit gesetzt werden konnte. Nach ihm sollten als Höchstgrenze für den Gesamtgehalt an HCN im allgemeinen 0,01%, für Fütterungszwecke 0,02% betrachtet werden. Davon sollen zwei Drittel durch Mazeration gespalten werden. Über Zusammenhänge des Linamarin mit Fusarium und Bodenmüdigkeit vgl. Reynolds (1924).

B. Die Ölleinsaat.

Zur Leinölgewinnung werden zwar auch die vom Faserflachsbau herstammenden Saaten benutzt, in der Hauptsache jedoch besondere Sorten, die eigens nur zum Zwecke der Ölgewinnung, nicht auch zwecks Fasergewinnung angebaut werden. Diese Typen zeichnen sich in der Regel gegenüber den Faserleinen aus durch niedrigeren, stämmigen, reicher verzweigten Wuchs, größere Blätter, Blüten, Kapseln und Körner. Im einzelnen ist darauf bereits vorn (vgl. S. 15) eingegangen worden. Es soll hier aber betont werden, daß diese Samenflächse fast ausschließlich zu dem sog. „Schließlein“ gehören, d. h. zu der Hauptform von *Linum usitatissimum*, die nicht aufspringende Kapseln mit meist kahlen Scheidewänden besitzt (vgl. Anm. S. 6). Die gegenteiligen Angaben von Wiesner (Rohstoffe des Pflanzenreiches, 3. Aufl., Bd. III, 1921, S. 156, 157, 752), daß „wo der Lein als Ölpflanze rationell und im großen Maßstabe gezogen wird“, der Springlein (aufspringende

¹ Vgl. Osborne u. Campbell: Journ. of the Americ. chem. soc. Bd. 18, S. 609. 1896. — Osborne: Ebenda Bd. 14, S. 629. 1892. — Schulze u. Steiger: Hoppe-Seylers Zeitschr. f. physiol. Chem. Bd. 13, S. 365. 1889. — Schulze u. Frankfurt: Landwirtschaftl. Versuchs-Stat. Bd. 43, S. 307. 1894.

² Vgl. Eyre (1913), sowie Jorissen u. Hairs: Bull. acad. roy. Belgique, Cl. d. sciences, 3. sér. Bd. 21, S. 521. 1891. — Ebenda 1907, S. 12.

³ Ann. des Falsifications Bd. 13, S. 482. 1920.

Kapseln mit behaarten Scheidewänden) benutzt wird, sind irrtümlich¹! Etwas wird Springlein noch in bäuerlichen Kleinbetrieben in Ostrußland bis Sibirien zwecks Ölgewinnung² gebaut. Angeblich wird ferner in Sibirien *Linum perenne*, einer der ausdauernden Leine, als Ölfrucht kultiviert, desgleichen in Indien (West-Tibet, Lahoul); die als *Var. sibirica* Planch. bezeichnete Varietät geht über Ostasien bis nach Japan. Für die Versorgung des Leinsaathandels ist das aber bedeutungslos, hier kommen nur die typischen Samenformen des Schließleins in Frage, in zweiter Linie nordrussische Saaten vom Faserflachsbau.

Anbaufläche und Produktion³ der Ölleinsaaten sind entsprechend dem großen Weltbedarf recht erheblich. Hermes⁴ macht über die Leinerzeugung in den Hauptländern für 1895—1909 folgende Angaben:

Jahrfünft	Durchschnitt der jährlichen Erzeugung in Tonnen				
	Argentinien	Indien	Nordamerika	Rußland	Insgesamt
1895—99	213000	356000	374000	534000	1477000
1900—04	526000	406000	625000	493000	2050000
1905—09	862000	354000	675000	563000	2454000

Für das anschließende Jahrfünft 1909—1913 sowie für die drei Nachkriegsjahre 1919—1921 gab Boerger (1923) die Seite 67 wiedergegebene Übersicht. Aus dieser Zusammenstellung geht die Bedeutung der vier Ländergruppen Südamerika, Nordamerika, Indien und Rußland für die Welterzeugung ebenfalls klar hervor. Das Bild verschiebt sich aber stark, wenn man danach fragt, welche Mengen die einzelnen Produzenten zur Deckung des Weltbedarfes zur Ausfuhr bringen: während Nordamerika seine Erzeugung fast restlos in der eigenen Industrie verbraucht⁵, deckt Südamerika durch seinen großen Export allein 72% des Weltbedarfes. Die La Plata-Leinsaat spielt hier also eine überragende Rolle! — Deutschland ist gänzlich auf fremde Einfuhr angewiesen; diese belief sich⁶ in Tonnen auf:

Herkunft	1913	1925	Jan./Juli 1926
Argentinien	430000	180000	173000
Britisch-Indien	70000	25000	4700
Rußland	40500	12800	2500

¹ Springlein fand sich unter den Samenleinen der ganzen Welt, die ich selbst kultivierte, niemals; er ist überhaupt selten geworden, landwirtschaftlichen Anbau sah ich nicht (vgl. jedoch Anm. 2 S. 72).

² Das Öl soll angeblich besonders fein sein.

³ Genaue Ziffern sind wegen des teilweisen Zusammenhanges mit dem Faserleinsbau schwierig zu errechnen (s. S. 73).

⁴ Zur Kenntnis der argentin. Landwirtschaft — Ber. über Landwirtschaft, herausgegeben vom Reichsamt des Innern. S. 118. Berlin 1913.

⁵ Sogar mehr und mehr Saat einführt!

⁶ Nach Mitteilung des Verbandes der Deutschen Ölmühlen.

Im Jahre 1913 verarbeitete die deutsche Ölindustrie ca. 600000 t ausländische Leinsaat, 1925 nur 250000 t und von Januar bis Juli 1926 etwa 188000 t. Demgegenüber spielt die minimale eigene Ölleinerzeugung und die aus dem eigenen Faserflachs-anbau abfallende Leinsaat keine Rolle.

Die Beschaffenheit der Leinsaaten ist je nach Herkunftsland, Boden und Klima, Feldpflege, Reinigungsgrad und Sorte verschieden. Diese Unterschiede können sich zeigen in Reinheit, die für den Handel sehr wichtig ist, prozentischem Ölgehalt, Gewicht und Farbe der Körner, Qualität des Öles.

Die Reinheit ist deswegen wichtig, weil sie Ausbeute und Qualität des Öles beeinflussen kann. Der Preis der Saat wird deshalb unter Berücksichtigung der Verunreinigungen nach allgemein gültigen Vorschriften festgesetzt. Als Beispiel sei das Kontraktformular der Incorporated Oil Seed Association London wiedergegeben¹.

Herkunft der Leinsaat	Nr. und Jahreszahl der Kontraktform	Basis der ölfreien Verunreinigungen	Verrechnung der Verunreinigungen		
			Mehrpro-zente	Minderpro-zente	fremde ölhaltige Samen
La Plata. . . .	1, 2 u. 11 1908	4%	zugunsten des Käufers	zuungunsten des Käufers	zur Hälfte anzurechnen
Ostindien . . .	3 u. 12 1909	4%	zugunsten des Käufers	nicht verrechnet	zur Hälfte anzurechnen
Schwarzes Meer und Asoff . .	4 1907	5% beim Verkauf nach Großbritannien., sonst 4% rein	—	zuungunsten des Käufers	—
Nordamerika . .	—	—	zugunsten des Käufers	—	—

Demnach wäre z. B. eine La Plata-Saat, die 8% ölhaltige Unkräuter enthält (Brassica), noch börsenmäßig lieferbar, ohne Minderpro-zente für den Verkäufer. Bezüglich des Reinheitsgrades der Handelssaaten sei auf die folgende Zusammenstellung hingewiesen; die verschiedenen Arten der Unkräuter sind bereits vorher (vgl. S. 194) besprochen worden. Die russischen Saaten besitzen im allgemeinen die geringste Reinheit; der Reinheitsgrad aller Saaten hat sich gegenüber früheren Zeiten, wo 10—20% und noch mehr Verunreinigungen vorkamen², stark verbessert.

¹ Vgl. Ubbelohde (1920, Bd. 2, S. 473). — Anm. bei der Revision: Inzwischen etwas verändert. Für Deutschland vgl. Hamburger Vertrag für Ölsaaten, 1924.

² Z. T. absichtliche Verfälschungen. Vgl. z. B. van Pesch (1892, S. 80—81).

Beschaffenheit von Leinsaaten nach Filter.

Herkunft	Fett- gehalt %	Wasser- gehalt %	Tausend- korngew. g	Reinheit %	Anzahl der unter- suchten Proben
Argentinien	39,68	4,96	6,027	97,6	25
Bombay	43,36	3,63	7,412	96,6	6
Kalkutta	41,27	4,48	5,119	96,9	3
Türkisch	42,30	4,08	7,072	95,1	6
Marokko	40,17	4,45	9,355	96,6	6
Südrussisch	38,78	5,01	5,554	91,7	7
Nordrussisch	37,37	4,73	4,137	92,0	9
Ostrussisch	36,89	5,20	4,064	90,3	4
Kanada	38,42	4,50	4,441	98,2	4
Vereinigte Staaten	39,12	4,54	4,731	98,7	3
China	40,94	4,38	4,744	96,9	6
Japan	34,84	5,94	3,848	96,0	6
Persien	38,55	4,22	5,502	95,6	2

Über den Ölgehalt der Leinsaaten liegen zahlreiche Untersuchungen vor, aus denen hervorgeht, daß er zwischen 22 und 44,6% schwanken kann¹; König gibt als Mittel aus 61 Proben 34,38% an, Ivanof (1926) für Faserleine 36—38%, für Samenleine 38—40%. Die Höhe des Fettgehaltes ist sowohl eine Sorteneigentümlichkeit als auch abhängig von Boden, Düngung und Reifezustand. Es leuchtet ein, daß für eine genaue Prüfung der Frage, wie die einzelnen Faktoren wirken, nicht die Herkünfte von wechselnder Zusammensetzung geeignet sind, sondern konstante Züchtungen. In dieser Hinsicht liegt eine Arbeit von Rabak (1918) vor, der vier verschiedene Öleinstämme in den Jahren 1914 und 1915 an sieben Stellen in Nordamerika anbaute und dann Ölgehalt sowie chemische und physikalische Beschaffenheit der Öle prüfte. Da Veröffentlichungen über diese interessante Frage bisher fehlen², sei im folgenden ein Teil seiner Ergebnisse mitgeteilt.

Aus der Tabelle geht deutlich hervor: der Ölgehalt ist eine Sorteneigentümlichkeit (Stamm Nr. 4 reich, Stamm Nr. 3 arm an Öl), wird aber mehr oder weniger vom Anbaujahr beeinflußt (1915 lieferte mehr Öl), noch mehr vom Anbauort (z. B. Stamm 4 schwankend von 40,40—33,20% im Jahre 1915). Bei der Verseifungszahl fällt die Beziehung zum Anbaujahr ohne weiteres auf: 1915 ist sie überall geringer. Für die Jodzahl³ gilt das nicht, sie ist dagegen abhängig vom Anbauort.

¹ Vgl. hierzu Haselhoff (1892), Ubbelohde (1920), Hefter (1906), Rabak (1918), sowie König: Chem. d. menschl. Nahrungs- u. Genußmittel Bd. 1, 4. Aufl., S. 603. Berlin 1921.

² Die Versuchsreihen des Forschungsinstitutes Sorau sind noch nicht abgeschlossen. Es werden sowohl eigene Züchtungen geprüft als auch Herkünfte und die im Handel befindlichen Stämme Bensing, Eckendorf, Petkus.

³ Gewonnen nach der Hübl-Methode. Dauer für die Absorption der Jodlösung vier Stunden, deshalb die erhaltenen Werte nicht absolut geltend, sondern nur relativ zum Vergleich untereinander!

Ölgehalt und chemische Eigenschaften von vier Ölleinstämmen
nach F. Rabak.

Anbaustelle	Flachs- stamm Nr.	Ölgehalt %			Verseifungs- zahl		Jodzahl		Trock- nungszeit in Tagen	
		1914	1915	Mittel	1914	1915	1914	1915	1914	1915
Moccasin, Montana	1	34,80	34,12	34,46	191,0	188,7	156,6	156,2	18	14
	2	32,50	33,00	32,70	189,3	192,8	156,0	153,5	18	10
	3	33,00	34,50	33,75	192,4	189,7	159,3	154,0	18	10
	4	37,1	—	37,1	191,4	186,6	159,2	155,0	14	15
Jahresmittel		34,35	33,87		191,0	189,4	157,8	154,7	17	12,2
Dickinson, Nord-Dakota	1	36,8	37,03	36,91	192,0	187,2	164,3	162,4	8	21
	2	34,6	33,00	33,80	187,8	186,3	170,0	168,5	8	20
	3	31,4	32,20	31,80	192,8	186,2	165,3	161,0	6	19
	4	35,3	37,10	36,20	189,8	186,7	169,5	159,0	6	21
Jahresmittel		34,52	34,82		190,6	186,6	167,2	162,7	7	20,2
Mandan, Nord-Dakota	1	34,0	33,80	33,90	192,5	199,8	164,3	160,7	10	20
	2	31,44	35,70	33,57	191,9	186,9	161,7	162,4	10	16
	3	33,24	34,72	33,98	190,2	187,0	162,4	163,3	10	18
	4	35,6	35,50	35,55	192,1	188,0	159,3	159,9	10	19
Jahresmittel		33,74	34,93		191,7	190,4	161,9	161,6	10	18,2
Newell, Süd-Dakota	1	35,70	37,40	36,55	190,2	184,6	155,2	162,1	24	22
	2	30,30	37,20	33,75	191,4	185,9	154,0	159,5	26	22
	3	32,10	31,10	31,45	191,0	184,7	160,0	167,7	24	20
	4	33,80	36,84	35,42	188,7	187,7	161,8	158,0	20	20
Jahresmittel		32,97	35,81		190,3	185,7	157,7	161,8	23,6	21
Highmore, Süd-Dakota	1	33,99	34,56	34,27	195,6	187,9	162,0	160,3	23	18
	2	33,42	36,00	34,71	193,6	187,9	157,7	161,4	21	12
	3	33,20	34,44	33,82	191,3	188,4	153,1	161,9	23	15
	4	36,70	37,68	37,19	190,3	188,1	156,7	164,7	23	15
Jahresmittel		34,32	35,67		192,7	188,1	157,4	162,1	22,5	15
Archer, Wyoming	1	31,44	37,80	34,62	191,9	187,9	165,5	171,7	12	9
	2	32,24	38,76	35,50	190,3	186,1	170,6	180,0	12	15
	3	33,44	38,20	35,82	193,0	186,7	163,0	170,0	14	13
	4	36,30	40,40	38,35	182,3	186,9	167,5	165,5	9	12
Jahresmittel		33,35	38,79		189,4	186,9	166,6	171,8	11,7	12,2
Burus, Oregon	1	35,38	34,84	35,11	189,1	188,4	161,4	158,0	20	10
	2	32,40	33,40	32,90	190,7	185,0	167,8	158,4	18	10
	3	32,35	31,60	31,97	192,4	187,3	160,1	160,3	18	8
	4	37,10	33,20	35,15	192,6	188,9	158,0	157,0	18	8
Jahresmittel		34,30	33,26		191,2	187,4	161,8	158,4	18,5	9

Das Trocknungsvermögen ist in den einzelnen Jahren stark verschieden, dagegen für alle vier Stämme abhängig vom Anbauort. Eine ausgesprochene Korrelation besteht nach Rabak zwischen Trocknungszeit und Ölfarbe: die hellsten Öle trocknen stets am schnellsten.

Kayser (1925) fand neuerdings — Versuchs-anbau 1922 bei Hamburg mit nicht näher bezeichnetem Lein —, folgendes:

Düngung	Öl							Fettsäuren		
	Säurezahl	berechnet als freie Ölsäure	Verseifungszahl	Esterzahl	Jodzahl	Glyzerin	Unverseift	Neutralzahl	Jodzahl	Mittl. Mol.-Gewicht
N	2,16	1,09	187,98	185,82	172,70	10,16	1,02	188,47	179,61	297,98
N+K	3,18	1,56	192,74	189,56	187,15	10,37	1,05	193,84	196,45	289,73
N+K+P	2,36	1,19	192,79	190,43	181,40	10,42	0,97	193,67	188,53	289,98

Düngung	Öl				Fettsäuren				
	Ausbeute %	Farbe	Spez. Gewicht	Refraktion	Farbe	Spez. Gewicht	Refraktion	Erstarrpunkt	Schmelzpunkt
N	40,28	gelb	0,93609	1,4732	gelb	0,9056	1,4657	14,0	17,0
N+K	41,46	gelbgrün	0,93683	1,4735	rotbraun	0,91405	1,4659	15,0	17,5
N+K+P	41,31	gelb	0,93812	1,4733	rotbraun	0,9120	1,4658	15,5	18,0

Diese beiden kleinen Zusammenstellungen zeigen, daß Ölgehalt und Ölbeschaffenheit von der Düngung beeinflußt werden. Nach Ivanoff (1926), der in Rußland mit einem reichen Material an 28 Versuchstationen arbeitete, ist der Ölgehalt abhängig von der Leinsorte, aber sehr unabhängig von Klima und geographischer Breite. Dagegen wird der Samenertrag und Ölqualität einer Sorte von Klima und Lage sehr stark beeinflußt. Je nördlicher der Anbau, desto größer, je südlicher, desto geringer ist die Jodzahl. Auf weitere Einzelheiten kann hier nicht näher eingegangen werden. Als Schlußergebnis können wir jedenfalls feststellen, daß die Qualität der Leinsaaten ganz verschieden ausfallen kann und daß sie abhängig ist von den biologischen Bedingungen, denen der Flachs unterworfen ist. Rein chemische schematische Untersuchungen, die das nicht berücksichtigen, gibt es in großer Zahl; wichtiger ist aber für die Zukunft eine exakte Prüfung der Frage, wie durch Züchtung ölreicher und ertragreicher Formen unter Berücksichtigung der biologisch wirksamen Faktoren eine Steigerung der Ölproduktion erreicht werden kann. Dies ist ein Problem, welches bei einer in Zukunft einsetzenden Intensivierung des Ölfachs-anbaues wirtschaftlich von größter Bedeutung werden muß.

C. Das Leinöl.

Als Rohmaterial werden entweder die voll ausgereiften Körner der vorhin geschilderten, eigens für Ölzwecke angebauten Ölleine benutzt, oder Saat von Faserleinen, die jedoch der Menge und Güte nach minderes

Öl liefert, da man die zu Faserzwecken dienenden Pflanzen bekanntlich vor der Vollreife erntet. Die gereinigte Saat¹ wird zerkleinert (Walzenstühle; für Ölkuchen Kollergänge) und dann kalt (für Speiseölgewinnung notwendig) oder warm (langsame Erwärmung auf 65—70°) ausgepreßt. Extraktionsverfahren werden in der Großindustrie nicht angewendet. In modernen Fabriken wird mit Etagenpressen gepreßt, die bei einem spezifischen Druck von 180 Atm die Kuchen bis auf 7—8% Öl in einmaliger Pressung entfetten (vgl. weiteres bei Ubbelohde [1908] und Hefter [1906]). Das von den Pressen ablaufende Leinöl wird dann durch Filterpressen oder in Klärtanks durch Stehenlassen geklärt; es enthält dann aber noch eigentümliche, gallertartige, unerwünschte Schleimstoffe („Leinölschleim“, bestehend aus organischen sowie anorganischen [meist Kalzium- und Magnesiumphosphaten] Stoffen²), die sich erst nach monatelangem Lagern z. T. selbst abscheiden oder durch besondere Verfahren, die je nach den Zwecken des Öles verschieden sind, entfernt werden. Diese Reinigung des Leinöls, Raffination, geschieht z. T. durch schnelles Erhitzen auf etwa 270° (250—300°), wobei die Schleimstoffe als voluminöse, gallertige Niederschläge ausfallen („Brechen“ oder „Flocken“ des Leinöls) und gleichzeitig die Farbe des Öles von Goldgelb in Grünlichgelb umschlägt. Zum größeren Teil wird zum Entschleimen Fullererde (Aluminiummagnesiumhydrosilikat) benutzt, die gleichzeitig ein Bleichen des Öles besorgt. Auch chemische Raffination wird, aber seltener, angewandt: Schwefelsäure oder Lauge, letztere mit Vorteil, wenn helle transparente Schmierseifen hergestellt werden sollen. Zwecks Bleichung durch Oxydation kann das Leinöl in flachen glasbedeckten Schalen (Zinkkästen) längere Zeit dem Sonnenlichte ausgesetzt werden, man erzielt so helle, für feinste Firnisse der Künstler brauchbare, teuer bezahlte Leinöle. — Das rohe gebleichte Leinöl wird meist in Holzfässern von 100—150 kg oder größeren gehandelt. Die Rückstände vom Pressen bilden die Leinkuchen (s. S. 248).

Eigenschaften und Zusammensetzung³. Kaltgepreßtes Leinöl ist von goldgelber Farbe, warmgepreßtes etwas dunkler, bernstein-gelb bis bräunlich, durch Erhitzen entschleimtes grünlichgelb, gebleichte Öle können in der Färbung stark abgeschwächt werden. Geruch und

¹ Ubbelohde (1920, Bd. 2, S. 375) fand bei ungereinigter Saat auf dem Speicher oft höhere Temperaturen als bei gereinigter. — Ich möchte annehmen, daß unerwünschte Erwärmung bei der Lagerung auch durch pilzliche und bakterielle Erkrankung der Körner begünstigt wird.

² Verschieden und nicht zu verwechseln mit dem aus der Epidermis des Samens stammenden Schleim, von dem beim Pressen nur sehr wenig, hauptsächlich mineralische Bestandteile, ins Öl geht.

³ Ausführliche Zusammenstellung und Literatur bei Marcusson (1921), Ubbelohde (1908), Hefter (1906), Fahrion (1911).

Geschmack sind charakteristisch, beim kaltgepreßten Öl angenehm (Verwertung als Speiseöl), beim warmgepreßten schärfer mit kratzendem Nachgeschmack. Vor Licht und Luft geschützt hält sich das Leinöl jahrelang ziemlich unverändert; bei Zutritt von Luft jedoch nimmt es infolge seines Gehaltes an ungesättigten Verbindungen begierig Sauerstoff auf, wird dicker, in Lösungsmitteln schwerer löslicher, die Jodzahl nimmt ab. Schließlich trocknet das Öl ganz auf (in dünner Schicht in 3—5 Tagen, Bildung von „Linoxyn“), wobei es etwa 18% Gewichtsvermehrung („Sauerstoffzahl“) erfahren kann. Leinöl gehört demnach zu den trocknenden Pflanzenölen. Spezifisches Gewicht¹ bei 15° = 0,930—0,937, meist 0,931—0,935. Erstarrungspunkt: bei —15° flüssig, bei —27,5° starr. Verseifungszahl¹ 190—195. Jodzahl² 170—190, meistens um 182 herum. Reichert-Meisslzahl 0. Hehnerzahl 95,5. Azetylzahl 8,5. Hexabromidprobe: je nach Höhe der Jodzahl 23—38% unlösliche Bromide. Lichtbrechung: Index 1,4812—1,4851; im Butterrefraktometer bei 15° = 85—92 der Skala. — Über die Beziehungen der Konstanten zu Leinsorte und Anbauort vgl. Rabak (1918) und weiter vorn S. 244.

Die Zusammensetzung des Leinöls³ ist trotz zahlreicher Untersuchungen im einzelnen noch nicht einwandfrei ermittelt worden. Sie läßt sich ungefähr wie folgt angeben: Unverseifbares 0,5—2%, Glyceride gesättigter Fettsäuren (Palmitin- und Myristinsäure) 8—10%, Glyceride der Ölsäure 15—18%, Glyceride der Linolsäure 15—30%, Glyceride der Linolen- und Isolinolensäure 25—45%, Glycerinrest 1—5%. Art der Leinsorte und Vegetationsbedingungen können die Zusammensetzung beeinflussen⁴.

Die Verwertung des Leinöls erfolgt zum großen Teil auf Grund seiner ausgesprochenen Trockenfähigkeit. So wird es hauptsächlich verwendet zur Herstellung von Farben, Firnissen, Lacken, Ölkitten; es dient entweder direkt als Streichmittel oder Bindemittel für Farbstoffe (Künstler-Ölfarben) oder wird mit sog. Trockenstoffen, die die Trocknungsdauer noch weiter verkürzen (Blei-, Kobalt-, Manganverbindungen) versetzt: Bleifirnis, Manganfirnis. Gekochtes Leinöl, Leinölfirnis, trocknet langsamer als kaltgepreßtes und dient für Anstrichölfarben. Wird das Leinöl mehrere Stunden auf 200—300° erhitzt, so entstehen z. T. Polymerisationsprodukte und man erhält das sog. Standöl, Dicköl, Lithographenfirnis, verwendet bei Kupferdrucken, Steindrucken, Metallfarbendrucken, glänzenden Lacken usw. Auch bei der Herstellung von Linoleum (oxydiertes Leinöl, Linoxyn, mit Harzen,

¹ Bei 24° nach Rabak schwankend von 0,9272—0,9304.

² Vgl. auch S. 244.

³ Vgl. Ubbelohde, Marcusson, Hefter, Fahrion, dort weitere Literatur.

⁴ Vgl. Rabak (1918).

Korkabfällen und Farbstoffen vermenget), Wachstuchen, Ballonstoffen und wasserdichten Geweben wird Leinöl benutzt. Ein anderes größeres Verwendungsgebiet liegt in der Seifenindustrie (für Schmierseifen, Zusatz für Kernseifen). In der Pharmazie braucht man Leinöl für Bleipflaster und Emulsionen, und schließlich dient Leinöl für Speisewecke. Die Verwendung als Speiseöl ist in Deutschland besonders in der Lausitz, Sachsen und Schlesien verbreitet. Über giftiges, leinölhaltiges Leinöl vgl. S. 198.

D. Leinkuchen und Leinmehl.

Als „Leinkuchen“ werden die bei der Ölgewinnung übrigbleibenden, zusammengepreßten Rückstände bezeichnet; werden die Leinkuchen nach dem Pressen noch weiter zermahlen, so erhält man das Leinkuchenmehl. Davon ist streng zu unterscheiden das Leinsamenmehl, hergestellt aus den zerkleinerten, sonst aber unveränderten Leinsamen, sowie das Leinmehl oder Leinschrot, das durch Extraktion mehr oder weniger entfettet ist.

Leichtverdauliche Leinkuchen von schmutzig grünlichbrauner Färbung und meist runder Form werden vielfach in kleinen Betrieben durch einmalige Pressung ohne Erwärmung erzeugt. Diese kaltgepreßten Kuchen sind recht gut, sie sind fettreich und haben den angenehmen eigentümlichen Leinölgeruch, doch spielen sie für die Großversorgung keine bedeutende Rolle. Die in den größeren Fabriken hergestellten Leinkuchen werden durch vorhergehendes Erwärmen und ein- oder zweimalige starke Pressung gewonnen; ihr Fettgehalt beträgt in der Regel 7—9%, die Farbe ist grünlichgrau oder hellbraun bis dunkelbraun (je nach Wasserzusatz), die Form zungenförmig oder rechteckig, da die ölreichen Ränder z. T. mit Schneidemaschinen entfernt werden. Der Futterwert der Leinkuchen hängt nicht nur vom Fettgehalt ab, sondern ferner auch vom Protein- und Schleimgehalt sowie sonstiger Beschaffenheit (Unkrautsamengehalt, Verfälschungen, Verdaulichkeit, Gesundheit); die Qualitäten und Sorten können sehr verschieden sein.

Zusammensetzung reiner Leinsaat.

Herkunft	Wasser %	Roh- protein %	Rohfett %	N-freie Extrakt- stoffe, Rohfaser %	Asche %	Freie Fett- säuren, be- rechnet auf Ölsäure, in Prozenten des Fettes %
Königsberg . .	8,29	22,71	36,47	27,72	4,54	0,27
Südamerika . .	6,31	23,03	39,47	27,66	3,33	0,20
Mecklenburg . .	6,88	23,54	34,98	30,60	3,81	0,19
Ostindien . . .	7,09	24,75	37,28	27,52	3,27	0,18
Nordrußland . .	7,23	25,10	35,49	27,65	4,28	0,25
Südrußland . .	6,59	26,55	35,33	28,04	3,30	0,19

Nach Böhmer (1903, S. 443) verbürgen namhafte Firmen in der Regel einen Gehalt von 30—32% Protein und 8,10 und 11% Fett. Zur Illustration seien hier einige mittlere Werte der verschiedenen Leinsamen-erzeugnisse aufgeführt, weitere Einzelheiten finden sich in der Literatur¹.

Zusammensetzung von Leinkuchen, Leinkuchenmehl und Leinmehl².

	Wasser %	Roh- protein %	Rohfett %	N-freie Extrakt- stoffe %	Roh- faser	Asche	
Leinkuchen	6,79	18,91	3,69	13,30	4,40	4,71	Minimum
	20,50	38,94	25,00	46,92	16,50	15,76	Maximum
	11,06	27,53	9,93	34,45	9,82	7,21	Mittel
Leinkuchen- mehl	6,53	22,50	3,78	24,54	6,73	5,12	Minimum
	20,19	36,18	18,20	39,48	10,76	12,14	Maximum
	8,99	31,04	8,39	36,59	9,02	5,97	Mittel
Leinmehl, extrahiertes	9,70	28,31	0,70	24,20	6,66	5,14	Minimum
	16,20	37,62	8,80	40,57	16,20	12,33	Maximum
	11,02	33,25	3,59	36,78	9,15	6,21	Mittel

Verunreinigungen können entweder aus der Leinsaat stammen (Unkrautsamen wie *Camelina*, *Polygonum*, *Galium*, *Lolium* usw.) oder absichtlich zugesetzt werden. Als Verfälschungsmittel³ können in Betracht kommen: Samen der Leinunkräuter, Kleien, verdorbenes Getreide, Reismehl, Abfälle der Maisstärkefabrikation, Schalen von Kaffee- und Kakaobohnen, fremde Ölkuchen (Hanf, Erdnuß, Baumwollsaat, *Rizinus*, Buchenkerne), mineralische Beschwerungsmittel (Sand, Ton, Gips, kohlensaurer Kalk), Torf, Sägespäne usw. Über deren Erkennung vgl. Böhmer (1903). Durch solche Verunreinigungen und Zusätze kann der Geldwert und der Futterwert herabgesetzt werden; geradezu schädlich können mineralische Beimengungen oder Bestandteile von *Rizinus*, Kornrade, Lolch wirken. Auch starker Gehalt an *Camelina* soll beim Milchvieh die Milcherzeugung ungünstig beeinflussen und schon geringe Mengen von *Thlaspi* (Pfennigkraut) sollen der Milch einen sehr deutlichen Knoblauchgeschmack verleihen⁴.

Gute Leinkuchen sind ein ausgezeichnetes Fütterungsmittel für das Milchvieh. Sie wirken nicht nur kräftigend durch den hohen Gehalt an Proteinen und Fett, sondern gleichzeitig diätetisch durch

¹ Böhmer (1903), Haselhoff (1892), van Pesch (1892).

² Böhmer (1903, S. 441), unter Mitverwendung auch unreinen oder verfälschten Materiales.

³ Vgl. hierzu auch J. van den Berghe, *Tourteaux et Farines de Lin*, Composition, Impuretés, Falsification, Brüssel, sowie Kobus in *Landw. Jahrb.* 1884, S. 120ff.

⁴ van Pesch (1892, S. 88).

den Reichtum an Schleim, der auf das Verdauungssystem sehr günstig einwirkt. Weiterhin macht man sehr gute Erfahrungen bei der Aufzucht von Jungtieren oder bei der Behandlung von kranken oder durch Arbeit geschwächten Tieren, die schnell wieder zu Kräften und Ansehen kommen. Auch die Leinsamen selbst, als Abkochung oder als Schrot im übrigen Futter gegeben, wirken ganz besonders günstig. Weitere Einzelangaben finden sich in der genannten Literatur¹. Jedenfalls hat auch von hier aus betrachtet die Landwirtschaft ein Interesse an einem leistungsfähigen Flachsbaue.

E. Leinsamenschleim.

Wie bereits S. 238 geschildert, enthält der Leinsame in seiner Epidermis beträchtliche Mengen von Schleim (ca. 5—6%). Dieser quillt bei Wasserzusatz zu einer glashellen durchsichtigen zähen Masse auf; die Gewichtsvermehrung des Leinsamens nach einstündiger Quellung beträgt etwa das $2\frac{3}{4}$ fache². Der Austritt des Schleimes beruht nach Kořan (1899) auf einer Sprengung der Kutikula und der Zellohaut. Der gereinigte Schleim läßt sich leicht trocknen und pulverisieren, ist von weißer Farbe und faseriger Struktur, durch Alkohol ausfällbar, reagiert schwach sauer. Zusammensetzung³: $2(C_6H_{10}O_5) \cdot 2(C_5H_8O_4)$; nur Pentosane und Hexosane, 21% Galaktane, bei der Hydrolyse mit H_2SO_4 entsteht Dextrose, Galaktose, Arabinose, Xylose. Außerdem 0,51% Zellulose und 0,61% Mineralstoffe. Aschengehalt des rohen Schleims 12,14%, darin Ca- und K-Karbonat, Ca-Phosphat, KCl, K-Sulfat, Fe, Al, SiO_2 . Mit Jod + H_2SO_4 keine Blaufärbung.

Die biologische Bedeutung des Schleimes für den Leinsamen wird in der Regel darin gesehen, daß der Schleim bei Feuchtigkeitzutritt leicht quillt und klebrig wird und so für die Festhaftung des Kornes im Boden sorgt. Ob diese einfache Erklärung allein richtig ist, sei dahingestellt; jedenfalls ist zu beachten, daß der Schleim physikalisch und chemisch einen günstigen Nährboden für Bakterien und Pilze vorstellt, was sich bei feuchtem Wetter zur Reifezeit des Flachsens und bei der Keimung im Erdboden stark bemerkbar macht.

Verwendung findet der Schleim auf Grund seiner kolloidalen Eigenschaften in der Heilkunde. Samen lini, Leinsamen, sind offizinell und werden äußerlich zu lindernden erweichenden Umschlägen benutzt, ebenso bei Tierkrankheiten. Daß der Schleim ein wichtiger diätetisch wirksamer Bestandteil der Futtermittel ist, ist bereits oben erwähnt

¹ Vgl. z. B. Böhmer, van Pesch, Haselhoff, Der kleine Flachs führer (1924).

² Kobus in Maandbl. v. d. Nederl. Landb. 1885, S. 19.

³ Kirchner u. Tollens: Journ. f. Landwirtschaft Bd. 22, S. 502. 1874. — Hilger: Ber. d. dtsh. chem. Ges. Bd. 36, S. 3197. 1903. — Rothenfuß (1903).

worden. In der Technik wird Leinsamenschleim gelegentlich als mildes Appreturmittel verwandt, und neuerdings werden Leinsamen zur Verhütung des Kesselsteins sehr empfohlen, wobei der Schleim wirken soll¹. Auch bei der Herstellung von kolloidalem Gold kann der Leinsamenschleim verwertet werden².

F. Leinkapselspreu.

Bei der Gewinnung der Samen werden die Kapseln des Leins zerquetscht; die so abfallende Spreu macht etwa 10—15% der Rohernte aus. Da es nahe liegt, diese beträchtlichen Mengen nutzbringend zu verwerten, so sind mehrfach chemische Analysen und Fütterungsversuche ausgeführt, aus denen hervorgeht, daß die Spreu als Futtermittel für Schweine verwendet werden kann. Böhmer (1903, S. 435) gibt folgende Zusammensetzung:

Wasser %	Rohprotein %	Rohfett %	N-freie Extraktstoffe %	Rohfaser %	Asche %
15,2	6,8	4,1	33,0	31,0	9,9

In 100 Teilen der Reinasche:

Kali	Na- tron	Ma- gnesia	Kalk	Man- gan- oxyd	Ton- erde	Eisen- oxyd	Phos- phor- säure	Schwe- felsäure	Salz- säure	Kiesel- säure
17,4	0,3	5,2	20,9	0,4	8,2	1,6	6,3	6,3	1,9	31,1

Die gleiche Zusammensetzung der Asche findet sich bei A. Herzog (1918, S. 31). Für die Spreu selbst gibt der kleine Flachsführer folgende Werte: Rohprotein 1,4%, Rohfett 2,8%, Kohlehydrate 29,6%, verdauliches Eiweiß 1,0%, Stärkewert je dz = 26,8 kg. Dazu ist zu bemerken, daß Fett- und Eiweißgehalt schwanken und noch höher sein können, da vielfach noch zerschlagene oder kleinere Leinsamen in die Spreu gelangen.

Zu Futterzwecken wird die Spreu durch Absieben von erdigen Verunreinigungen befreit und dann in abgebrühtem Zustand mit Kartoffeln, Rüben usw. vermischt verabreicht. Diese Fütterung soll sich insbesondere bei der Schweinemast bewährt haben, weil sie der Erschlaffung der Darmtätigkeit entgegenwirkt.

¹ Tänzer in Textilmarkt 1924, Nr. 59.

² Gutbier, Huber u. Kuhn: Kolloid-Zeitschr. Bd. 18, S. 201. 1916.

Zum Schluß.

(F. Tobler.)

Wenige andere Rohstoffe sind solchem Wechsel ihrer Bewertung im Lauf der Zeiten und der Entwicklung der Industrie unterworfen gewesen wie der Flachs. Bezeichnenderweise ist das Auf und Ab seiner Einschätzung, seiner Nutzung und Förderung in Anbau und Industrie in allen Ländern, die seine Kultur durch Jahrhunderte aufweisen, ganz das Gleiche. So wie in Deutschland im 19. und im 20. Jahrhundert Bestrebungen zur Hebung nötig befunden wurden, weil der Anbau nachließ und volkswirtschaftliche Einsicht nach warnender Bemühung rief, genau so gab es in andern Ländern zu andern Zeiten dieselbe Bewegung: wenn wir am Ende des 18. Jahrhunderts nach Italien sehen, so klingen die mahnenden Stimmen damaliger Flachspropaganda genau so wie die späteren in Deutschland. (Harasti [1782], Trecco [1792] u. a.) Auf die Gründe der Flachspropaganda hier einzugehen, würde zu weit führen. Es mag genügen, daß unsere Wirtschaftsführer sich weitgehend darüber einig sind, welche Notwendigkeit der Flachsbau auch heute noch vorstellt, wie er nicht allein für Zeiten des vergangenen Abschlusses von der Zufuhr ausländischer Textilrohstoffe eine Frage der Selbsterhaltung löst, sondern auch als wertvoller Gegenstand der einheimischen Landwirtschaft und Industrie, für einheimischen Verbrauch und auch für gewinnbringende Ausfuhr seinen Platz selbst in wohl überlegter wirtschaftlicher Betrachtung noch verdient. Wo und wie dabei grade die Wissenschaft noch mitzuarbeiten hat, um die immer gewissen Schwankungen unterworfenen und von einzelnen Seiten immer mit Mißtrauen betrachteten Grundlagen der Wirtschaftlichkeit des Stoffes zu verbessern, das hat u. a. Müller-Oerlinghausen (1925) glänzend gezeigt. Besonders betont werden will indessen bei solchen Überlegungen, daß die Bedingungen für den geschichtlichen Hauptwettbewerber, die Baumwolle, gegenwärtig keineswegs so günstig bleiben wie bisher. Daß dazu die alten Wege in Anbau, Verarbeitung, Aufbereitung und Erzeugnis nicht mehr oder nicht mehr allein gegangen werden, das soll auch aus dem vorliegenden Buche hervorgehen und aus ihm in weite Kreise getragen werden. Es stellt sich dabei deutlich heraus, daß nicht nur in Mitteleuropa, als dem früher höchstentwickelten Flachsgebiet, sondern auch in fernen Ländern, die an sich den kürzeren Weg zur Baumwolle haben, solche Fragen ernst genommen und weiter gefördert werden (Boerger 1923 und 1926). Schon darin liegt eine Bejahung der Frage nach der Notwendigkeit einer Flachskultur.

Literaturverzeichnis.

- Adalberth, Emil: Linet, dess odling och beredning. Stockholm 1920.
- Linhanteringen från frösådden til vävstolen. Sveriges Allmänna Linodlingsförenings Skriftserie 1923. Heby 1923.
- Adams, J.: Relation of flax to varying amounts of light. Bot. Gaz. 1920, S. 153—156.
- Anderson, D. B.: A microchemical study of the structure and development of flax fibres. Americ. Journ. of Bot. Bd. 14, S. 187—210. 1926.
- Anonymus: Verschiedene Erfahrungen vom Klee-, Flachs- u. Getreidesamen, vom Flachs, der mit Luzerne ausgesät worden, vom Flachsbau mit untergemengtem Türkenkorne. Abh. d. Ökon. Ges. in Bern 1763. Stück 1, S. 191 und 193.
- Von der Verbesserung des Leinsamens durch das Dörren desselben. Ökon. Nachr. d. Ges. in Schlesien. Bd. 4, S. 363. 1776.
- Beobachtungen, guten Leinsamen zu gewinnen. Ann. d. Niedersächs. Landw.-Ges. Bd. 1, S. 341. 1799.
- Versuche mit Erbsen, Kartoffeln und Lein nach Mist- und Kalkdüngung. Ann. d. Niedersächs. Landw.-Ges. Bd. 4, S. 191. 1802.
- Anbau von Lein in Roggenstoppel. Ann. d. Landw. Wochenbl. Bd. 5, S. 42. 1865.
- Wirkung verschiedener Kalisalze auf das Wachstum des Leins. Chem. Ackermann 1868, S. 80—84.
- Flachsdüngungsversuche. Jahresber. f. Landw. 1895, S. 212 bis 214.
- Über Versuche mit dem Anbau des Stoppelflachs nach Wintergerste. Illustr. Landw.-Ztg. Bd. 18, Nr. 95. 1898.
- Kalisalz- und Kalkempfindlichkeit des Leines. Die Ernährung der Pflanze. Bd. 17, Nr. 5, S. 35. 1921.
- Weed eradication in flax fields by chemicals. Ref. Exp. Stat. Rec. Bd. 53, S. 235. 1925.
- Linseed Selection Experiments in India. Nature (London) Bd. 113, S. 472. 1924. — Ref. Internat. Agrikultur-wissenschaftl. Rundschau 1925, N. F. Bd. 1, S. 572.
- Die gesetzliche Regelung des Verkehrs mit . . . Leinsamen. Int. Agrik.-wiss. Rsch. N. F. Bd. 1, Nr. 2. 1925.
- Ascherson und Graebner: Synopsis der mitteleuropäischen Flora. Lieferung 84/85, S. 168ff. Leipzig 1914.
- Bagrezowa, W. P.: Analyse der Aschenbestandteile des Röstwassers. Arb. d. Chem.-Bakt. Abt. der Flachsversuchsstation Moskau. Moskau 1923. S. 176—188.
- Barker: A Study of Wilt Resistance in Flax. Minnesota Agric. Exp. Sta., Techn. Bull. 20. 1923. — Ref. in Exp. Stat. Rec. Bd. 52, S. 245. 1925.
- Bateson, W.: Note on Experiments with Flax. Journ. of Genetics Bd. 5, S. 199—201. 1915/6.
- Behne: Welche Anforderungen an Standortsbedingungen u. Wirtschaftsorganisation stellt der Flachs? Arb. des Landw. Ver. zu Breslau. 1925. H. 1, S. 10—32.

- Blaringhem, L.: Sur le pollen du Lin et la dégénérescence des variétés cultivées pour la fibre. Cpt. rend. hebdom. des séances de l'acad. des sciences Bd. 172, S. 1603. 1921. (1) — Ref. Exp. Stat. Rec. Bd. 50, S. 432. 1924.
- Recherches sur les hybrides du lin. Cpt. rend. hebdom. des séances de l'acad. des sciences Bd. 173, S. 329. 1921. (2) — Ref. Zeitschr. f. Pflanzenzüchtung Bd. 8, S. 422. 1922.
- Études sur la sélection du lin. I. Caractères morphologiques utilisées pour la séparation et le contrôle des lignées pures. Rev. de bot. appl. et d'agr. col. Bd. 3, S. 3—25. 1923. — II. Recherches statistiques sur la dégénérescence des lins à fibres. Ebenda Bd. 4, S. 633—651, 737—745. 1924. — III. Méthodes et résultats des croisements des lins à fibres. Ebenda Bd. 6, S. 193 bis 204. 1926. (1)
- Méthodes et résultats dans l'hybridisation des lins à fibres. Cpt. rend. de l'acad. d. sciences de Paris. Bd. 182, S. 278—279. 1926. (2)
- Böhmer, G. R.: Technische Geschichte der Pflanzen, welche bey Handwerken, Künsten und Manufakturen bereits im Gebrauch sind oder noch gebraucht werden können. 2 Bände. Leipzig 1794.
- Böhmer, A.: Die Kraftfuttermittel. S. 434—460. Berlin 1903.
- Boerger, A.: Sieben La Plata-Jahre. Berlin 1921.
- Leinsaat und Flachs am La Plata. Faserforsch. Bd. 3, S. 73—112. 1923.
- Der Lein als Faserpflanze im La Plata-Gebiet. 1926.
- Boldirev, V.: Instructions for the control of *Phytometra gamma* L. and its larva, the flax worm. (Russisch.) Publ. Ozra Nat. Com. Agric. Moskau 1923.
- Bolley, H. L.: Flax Wilt and flax sick soil. North Dakota Agr. Coll. Bull. 1901, Nr. 50.
- Seed disinfection and crop production. North Dakota Agr. Coll. Exp. Stat. Bull. 1910, S. 89.
- Flax Canker. North Dakota Agr. Expt. Stat. Press Bull. 1912, S. 52.
- Bonanno, G. und S. Riccardo: Lino da fibra e lino da seme, studi anatomici e batteriologici con introduzione del prof. G. Rossi. Le Staz. Sperimentali Agr. Ital. Bd. 56, S. 480—511. 1923.
- Bracken, J. und A. W. Henry: The culture of flax in Saskatchewan. Saskatsch. Dept. of Agr. Field Husbandry Circ. 1919, Nr. 27.
- Brandt, O.: Schalenverwertung in Flachsaufbereitungsfabriken für Brennstoffzwecke. Techn. Rundsch., Beil. z. Frankfurter Ztg. 1921.
- Bredemann, G.: Die Bestimmung des Fasergehalts in Bastfaserpflanzen bei züchterischen Untersuchungen. Faserforschung Bd. 2, S. 239—258. 1922.
- Schutz der Flachs-Zuchtgärten vor Erdflöhen. Faserforschung Bd. 3, S. 176—177. 1923.
- Ergebnisse vergleichender Anbauversuche mit Flachs 1922—1923. Faserforschung Bd. 4, S. 35—43. 1924.
- Einfluß der Erntezeit auf die Beschaffenheit der Leinsaat. Faserforschung Bd. 4, S. 234—243. 1925.
- Bericht über die Tätigkeit des Instituts für Pflanzenzüchtung der Preuß. Landw. Versuchs- und Forschungsanstalten in Landsberg (Warthe) 1925/6. Landw. Jahrb. Bd. 64, Ergänzungsband I S. 138—141. 1926.
- Versuche über Ertragssteigerung bei Flachs durch Klimawechsel. Faserforschung Bd. 6, S. 51—72. 1927.
- Brenger: Spinn- und Webversuche mit verwollter Flachsfaser. Mitt. a. d. dtsh. Forschungsinst. f. Textilind. zu M.-Gladbach 1921.

- Brentzel, W. E.: Disease of flax, caused by a species of *Rhizoctonia*. U. S. Dpt. Agr. 1923. (1)
- Disease of flax not previously reported in the U. S. A. U. S. Dpt. Agr. 1923. (2)
- Further investigation on the Pasmio disease of flax. *Phytopathology* Bd. 14, S. 48. 1924.
- The Pasmio disease of flax. *journal of Agric. Resurch.* Bd. 32, S. 25. 1926.
- Breslau: Landw. Verein zu, Vorträge über Flachs- und Hanfbau. H. 1. Breslau 1925.
- Brosch, A.: *Der Flachs in der Fachliteratur.* Berlin 1922.
- Buchheim, A.: Zur Biologie von *Melampsora lini*. *Ber. d. dtsh. botan. Ges.* Bd. 33, S. 73—75. 1915.
- Budrin, A. P.: Zur phytopathologischen Untersuchung der Leinsamen. *La défense des plantes*, Leningrad 1926, S. 56.
- Bull, Coates P.: Flax growing. *Minnesota Farmers Library Extension Bull.* 1912, S. 27.
- Burmester, H.: Saatenanerkennung von Lein. *Dtsch. Faserstoffe* Bd. 2, S. 13. 1920.
- Busse, W.: Ertragssteigerung bei Flachs durch Klimawechsel. *Mitt. d. dtsh. Landw. Ges.* Bd. 37, S. 386. 1922.
- Canada, Dom. of: Dpt. of Agric. Publ. Branch Pamphl. Nr. 1. Flax fibre 1915.
- Dpt. of Agric. Proceedings of Convention of Canadian Flax Growers. Ontario Febr. 28 u. March 1, 1917.
- Carbone, D.: La depurazione delle acque di macero. *Boll. dell' Istit. Sierotap. Milanese* 1920, Nr. 6 (s. a. Tobler, F.: Neue Wege zur Reinigung der Röstabwässer. *Faserforschung* Bd. 2, S. 83—84. 1922).
- und F. Tobler: Die Röste mit *Bacillus felsineus*. *Faserforschung* Bd. 2, S. 163—184. 1922.
- La macerazione industriale delle piante tessili col „*Bacillus felsineus*“. 2. Aufl. S. 159. Milano 1926.
- Chemin, E. und L. Hédiard: *Cuscuta epilinum* in Calvados. *Bull. soc. linn. Normandie* Bd. 7, S. 270—281. 1920.
- Clark, Charles N.: Experiments with flax on breaking. N. S. Dpt. of agric. Bull. S. 883. Washington Sept. 1920.
- Coleman, D. A. und H. C. Fellows: A simple test for determining the oil content of flaxseed and linseed meal. U. S. Dept. Agr. Bur. Agr. Econ. Grain Invest. Publ. Nr. 33. Washington 1925.
- — Oil content of flaxseed with comparisons of tests for determining oil content. U. S. Dpt. of Agr. Bull. 1471. Washington, March 1927.
- Costantin: A propos de la sélection des lins et de l'action du milieu en agriculture, d'après les travaux de M. Blaringhem. *Cpt. rend. de l'acad. d' agric. de France* Bd. 11, S. 646—652. 1925.
- Correns, C. E.: Zur Kenntnis der inneren Struktur der vegetabilischen Zellmembranen. *Jahrb. f. wiss. Botanik* Bd. 23, S. 254. 1892.
- Zahlen- und Gewichtsverhältnisse bei einigen heterostylen Pflanzen. *Biol. Zentralbl.* Bd. 41, S. 97—109. 1921.
- Correns, E. (Sohn): Zur Kenntnis der Pektinstoffe des Flachses. *Faserforschung* Bd. 1, S. 229—240. 1921.
- Councler, O.: Saatelein. *Mitt. d. Forsch.-Inst. Sorau* Bd. 1, S. 14—15. 1919.

- Davin, Adelaide G. und G. O. Searle: The inheritance and inter-relationship of the principal plant characters. (A botanical study of the flax plant IV.) Journ. of the Textile Instit. Manchester Bd. 16, S. 61—82. 1925.
- Davis, Rob. L.: Pedigreed fiber flax. U. S. Dpt. of Agric. Bull. 1092. Washington, Sept. 1922.
- Frost Resistance in Flax. U. S. Dpt. of Agric. Circ. 264. Washington, May 1923. (1)
- Flax-stem anatomy in relation to Retting. U. S. Dpt. of Agric. Bull. 1185. Washington, Okt. 1923. (2)
- Demidendo, T.: Einige Bemerkungen über die Leinmüdigkeit des Bodens. Journ. f. Landw. Wissensch. Moskau Bd. 3, S. 172. 1926.
- Demoor, V. P. G.: Verhandeling over den Vlaskweek en de vorschillende wyzen van vlasrotting. 152 S. Brüssel 1855.
- Deutsche Flachsbaugesellschaft m. b. H. Zur Dünnsaat von Lein. Mitt. d. D. Landw. Ges. 1923, S. 198.
- Preisausschreiben für Flachsangebauer. 1923. Märk. Landw. 1923, S. 167. (Ergebnisse: D. Landw. Presse 1924. S. 105.)
- Der kleine Flachsführer. Ausgabe 1924.
- Djakonow, N.: Versuche von Leinaussaat mit Samen verschiedener Herkunft (Russisch). Arbeiten der Landw. Versuchsstat. d. Gouv. Pskow. Bd. 1, S. 1—203. 1914. — Ref. in Bull. of appl. Bot. Petrograd Bd. 8, S. 877—881. 1915.
- Über die Züchtung von *Linum usitatissimum* auf Fasergehalt. Russ. Bull. f. angew. Botanik 1913, S. 361—374.
- Dobrytschin, W. P.: Zur Frage der Methode der Feststellung des Feuchtigkeitsgehalts der Flachsfaser. (Russisch.) Arb. d. Vers.-Stat. d. Moskauer landw. Inst. Bd. 2, S. 95—101. 1916.
- Doroshenko, A.: Photoperiodism of some cultivated forms in connection with their origin (Russisch m. engl. Zusammenf.) Bull. of appl. Bot. Petrograd. Bd. 17, S. 218. 1927.
- Dorst, J. C.: Resistance of several strains of white flowering flax to *Melampsora lini*. Rpt. Intern. Conf. Phytopath. Holland 1923, S. 33. Ref. Journ. Text. Inst. Manchester 1924, A, S. 275.
- Ducellier, L.: Culture du lin dans le Nord de l'Afrique. Alger 1919.
- Emme, H. u. H. Schepeljeva: Versuch einer karyologischen Artanalyse von *Linum usitatissimum* L. (Russisch m. deutscher Zusammenfassung). Bull. of appl. Bot. Bd. 17, S. 265—272. 1927.
- Etrich, J.: Die Flachsbereitung und ihre Beziehung zur Flachsbaufrage. Trautenau 1898.
- Eyre, J.: Die Enzyme des Flachssamens. Chem. Zeitung Bd. 37, S. 281. 1913.
- Fahrion, W.: Chemie der trocknenden Öle. Berlin 1911.
- Ferle, Fr. R.: Die Bonitierung russischer Leinsaaten. Landwirtschaftl. Versuchsstat. Bd. 65, S. 111—136. 1907.
- Filter, P.: Die Herkunftsermittlung der Leinsaaten des Handels. Landwirtschaftl. Versuchsstat. Bd. 93, S. 221—246. 1919.
- Fischer, W.: Über die Kalkempfindlichkeit des Leins. Dtsch. landwirtschaftl. Presse Bd. 46, Nr. 58. 1919.
- Fischer, W. E. u. K. Scharrer: Ein neues Verfahren der Saatgutbeize. Ill. Landw. Ztg. Bd. 45, S. 531. 1925.
- Flaxseed-Production: North Dakota Agric. Coll. Bull. Nr. 178. 1924. — Ref. Internat. Agrikultur-wissensch. Rundsch. 1925, N. F. Bd. 1, S. 572.

- Fleischmann, R.: Beiträge zur Leinzüchtung. Zeitschr. f. Pflanzenzüchtung Bd. 8, S. 26—43. 1922.
- Flieg, O.: Die Harnstofffröste. Faserforschung Bd. 4, S. 131—141. 1924.
- Franck, W. J.: Inlandsch en Russisch lijnzaad. Veldpost 1920, Nr. 7.
- Frost, J.: Flachsbau und Flachsindustrie in Holland, Belgien und Frankreich. (Ber. über Landwirtschaft, herausgeg. v. R. A. d. Innern, Heft 9.) Berlin 1909.
- Fruwirth, C.: Die Befruchtungsverhältnisse wichtigerer Feldfrüchte im Hinblick auf Züchtung und Saatenanerkennung. Mitt. d. dtsh. Landw.-Ges. Bd. 40, S. 130. 1925.
- Gaertner, C. F.: Versuche und Beobachtungen über die Bastarderzeugung im Pflanzenreich. Stuttgart 1849.
- Gentner, G.: Eine Bakteriose der Gerste. Zentralb. f. Bakteriöl., Parasitenk. u. Infektionskrankh., Abt. 2, Ref. Bd. 50, S. 428—441. 1920.
- Pfahlbauten- und Winterlein. Faserforschung Bd. 1, S. 94 bis 101. 1921.
- Bayerische Leinsaaten. Faserforschung Bd. 3, S. 277—300. 1923.
- Gerassimow, G. A.: Pektinfragen. (Russisch.) Arb. a. d. Versuchs-Stat. d. Moskauer Landw. Inst. Bd. 1, S. 85. 1915.
- Girola, Carlos D.: El cultivo del Lino para la producción de la semilla en la Argentina. Buenos Aires 1915.
- Gminder, U.: Die Kotonisierung deutscher Bastfasern und ihre Auswirkung auf Ackerbau, Technik und Volkswirtschaft. Die Technik in d. Landwirtschaft 1924, H. 4.
- Goulding, E.: The development of bast and leaf fibre cultivation in the British Empire. Bull. of the Imp. Inst. (Flax) Bd. 25, S. 15—21. 1927.
- Graham, R. und S. Roy: Linseed (*Linum usitatissimum*) hybrids. Agr. Journ. of India Bd. 19, S. 28—31. 1924.
- Grisdale, J. H.: A Report on an investigation into some of the possibilities of the recovery and utilization of the fibre from the straw of flax grown for seed production purposes on the Canadian prairies. Ottawa 1920.
- Groß, M.: Stickstoffdüngung und Flachs. Faserforschung Bd. 5, S. 37—51. 1925.
- Gruschwitz, A.: Bericht über eine Reise nach Holland, Belgien und Frankreich. Mitt. d. Forsch.-Inst. Sorau Bd. 2, S. 33—34. 1920.
- Güssow, H. T.: Report from the Division of Botany for 1915/6. Dom. of Canada, Dpt. of agric. Dom. Experim. Farms, Ottawa 1917.
- Halama, M.: Zum Problem und zur Praxis der Kotonisierung. Faserforschung Bd. 5, S. 179—186. 1926.
- Hannover, H. J.: Textilindustri. (Raastofferne og deres behandling for spinning I.) Kopenhagen 1924.
- Harasti, P. Gaetano: Della più utile coltivazione e manipolazione del Lino. Mem. coronata dalla pubblica accad. agraria di Vicenza nel dì 19 Settembre 1782. Vicenza 1783. 90 S. 8^o.
- Hart, H.: Factors affecting the development of *Melampsora lini*. Phytopathology Bd. 15, S. 53. 1925.
- Haselhoff, E.: Über die Fabrikation und Beschaffenheit des Leinkuchens bzw. des Leinmehles. Landwirtschaftl. Versuchs-Stat. Bd. 41. 1892.
- Havenstein, G.: Beiträge zur Kenntnis der Leinpflanze u. ihrer Kultur, physiologisch u. landwirtschaftlich begründet. Göttinger Diss. Göttingen 1874. (Journ. f. Landw. Bd. 23).

- Hecker, A.: Ein Beitrag zur rationellen Kultur des Leins. Heidelberger Dissertation. Berlin 1897. (1)
- Düngung und Auswahl des Saatgutes beim Flachsbau. *Illustr. landwirtschaftl. Zeitung* Bd. 17, Nr. 79, 81, 83, 85, 87 u. 89. 1897. (2)
- Heer, O.: Über den Flachs und die Flachskultur im Altertum. Eine kulturhistorische Skizze. *Neujahrsbl. herausgeg. v. d. Naturforsch. Gesellsch. Zürich* auf das Jahr 1872 (LXXIV).
- Hefter: *Technologie der Fette und Öle*. Berlin 1906.
- Hegi, G.: *Illustrierte Flora von Mitteleuropa*. Bd. V, 1, S. 20. München o. J.
- Hehn-Engler: *Kulturpflanzen und Haustiere*. 7. Aufl. S. 162.
- Hemmi, T.: Beiträge zur Kenntnis der Morphologie und Physiologie der japanischen Gloeosporien. *Journ. Coll. of Agric. Hokkaido Imp. Univ. Sapporo* Bd. 9, 1920.
- Henry, A. W. und E. C. Stakman: The control of flax rust. *Phytopathology* Bd. 15, S. 53. 1925.
- Browning disease of flax in North-America. *Phytopathology* Bd. 15, S. 807 bis 808. 1925.
- Henze, H.: Flachsbau und Bodenerschöpfung. *Schles. landwirtschaftl. Zeitung* Bd. 7, S. 50. 1866. — *Ann. d. landwirtschaftl. Wochenbl.* Bd. 6, S. 309 bis 311.
- Herzberg, W.: Flachsprüfungen. *Mitt. a. d. Kgl. Techn. Versuchsanstalt* 1903, S. 91—102.
- Herzog, A.: Über den Leinsamen in botanischer, chemischer und anderweitiger Beziehung. *Jahresber. f. Landw.* 1899, S. 204.
- Über die Bedeutung des absoluten Leinsamengewichts in landwirtschaftlicher Beziehung. Trautenau 1900.
- Über den Glanz der Faserstoffe. *Kunststoffe* 1916.
- Der Wassergehalt der ausgearbeiteten Flachsfaser. *Mitt. d. Forsch.-Inst. Sorau* Bd. 1, S. 36—41. 1919. (1)
- Was muß der Flachskäufer vom Flachsstengel wissen? Sorau 1919. (2)
- Der Wassergehalt des gerösteten und ungerösteten Flachsstrohs. *Mitt. d. Forsch.-Inst. Sorau* Bd. 1, S. 44—49. 1919. (3)
- Über eine mikroskopisch-graphische Methode der Bestimmung des Fasergehalts von Gespinstpflanzen. *Angew. Botanik* Bd. 1, S. 65—73. 1919. (4)
- Über die physikalischen Veränderungen der Flachsfaser beim Mercerisieren. *Mitt. d. Forsch.-Inst. Sorau* Bd. 1, S. 83—86. 1919/20.
- Aufnahme und Zurückhaltung tropfbar flüssigen Wassers durch die Flachsfaser. *Mitt. d. Forsch.-Inst. Sorau* Bd. 2, S. 4—7. 1920. (1)
- Über die Festigkeit des Flachses in feuchtem Zustande. *Mitt. d. Forsch.-Inst. Sorau* Bd. 2, S. 11—13. 1920. (2)
- Beziehungen des Wassers zur lebenden Flachspflanze. *Mitt. d. Forsch.-Inst. Sorau* Bd. 2, S. 99—101, 111—115. 1920. (3)
- Zusammensetzung von Abfällen der Leinsaatreinigung. *Mitt. d. Forsch.-Inst. Sorau* Bd. 2, S. 28—29. 1920. (4)
- Die Feststellung der Röststreife des Flachses. *Faserforschung* Bd. 1, S. 147 bis 168. 1921. (1)
- Über leichten und schweren Flachs. *Textile Forschung* Bd. 3, S. 143—154. 1921. (2)
- Hiltner, L. und G. Gentner: Über die Schädigung des Leins durch die Flachsseide. *Prakt. Blätter f. Pflanzenbau u. Pflanzenschutz* Bd. 11, S. 129—133. 1916.

- Hiura, M.: On the flax Anthracnose and its causal fungus, *Colletotrichum lini*. Japan. Journ. of Bot. Bd. 2, S. 113—132. 1924.
- Howard, A. u. G.: The economic significance of natural cross fertilization in India. Mem. Dpt. of Agric. in India. Bot. Ser. Bd. 3, S. 282—330. 1910.
- Studies in the pollination of Indian crops I. Ebenda Bd. 10, S. 195—220. 1919.
- Natural cross-pollination in Indian linseed. Agr. Journ. of India Bd. 19, S. 222. 1924.
- Howard, G. und Abdur Rahman Khaw: Studies in Indian oil seeds Nr. 2 Linseed. Mem. Dpt. of Agric. in India. Bot. Ser. Bd. 12, S. 135 bis 183. 1924.
- Hutchinson, R. J.: Fibre crop investigations in Canada. Ref. Exp. Stat. Rec. Bd. 53, S. 135. 1925.
- Hunnius, v.: Vergleichende Anbauversuche mit verschiedenen Flachsherkünften. Märk. Landwirt 1923, Nr. 5.
- Hyslop, G. R.: Flax in Oregon. Ref. in Exp. Stat. Rec. Bd. 53, S. 235. 1925.
- Johannsen, O.: Versuche mit Aufschließungen von Flachs- und Hanfbast. Leipz. Monatsschr. f. Textilind. Bd. 39, S. 59—66. 1924.
- Kappert, H.: Ziele und Wege wissenschaftlicher Kreuzung beim Lein und Hanf. Mitt. d. Forsch.-Inst. Sorau Bd. 2, S. 59—63. 1920. (1)
- Über Leinsaatzprüfungen. Mitt. d. Forsch.-Inst. Sorau Bd. 2, S. 123—125, 152—155. 1920. (2)
- Über den Wert und die Möglichkeit einer Tausendkorngewichtserhöhung der Leinsaatz auf maschinellem Wege. Faserforschung Bd. 1, S. 211 bis 222. 1921. (1)
- Zur Frage des Flachsangebues auf Neuland. Faserforschung Bd. 1, S. 143 bis 144. 1921. (2)
- Die Bedeutung der Keimenergie für die Bewertung der Leinsaatz. D. dtsh. Leinen-Industrielle Bd. 40, S. 304. 1922. (1)
- Vorläufige Ergebnisse der Anbauversuche mit verschiedenen Leinsorten und Zuchtstämmen im Sommer 1921. Faserforschung Bd. 2, S. 46 bis 58. 1922. (2)
- Die Ergebnisse der vergleichenden Anbauversuche verschiedener Zuchtstämmen und Leinsorten im Sommer 1922. Faserforschung Bd. 3, S. 1—11. 1923. (1)
- Über die Möglichkeit einer Verringerung der Aussaatmenge von Flachs. Faserforschung Bd. 3, S. 174—176. 1923. (2)
- Leinbau auf Samen- oder Fasergewinnung. Ill. Landw. Ztg. 1923, S. 61. (3)
- Über den Einfluß der Kapselvorreinigung auf die Qualität des Saateins. Leipz. Monatsschr. f. Textil-Ind. Bd. 39, S. 17. 1924. (1)
- Erblichkeitsuntersuchungen an weißblühenden Leinsippen. Ber. d. dtsh. botan. Ges. Bd. 62, S. 434—441. 1924. (2)
- Kaserer, H.: Versuche über Bodenmüdigkeit. Mitt. landwirtschaftl. Lehrkanzeln d. landwirtschaftl. Hochsch. f. Bodenkultur in Wien Bd. 2, S. 375—409. 1913.
- Kayser, R.: Hat eine Mineräldüngung Einfluß auf die wertbestimmenden Eigenschaften von Ölpflanzen und ändert sich durch die Düngung das Öl in seiner Zusammensetzung? Botan. Arch. Bd. 10, S. 349. 1925.
- Kirchner, O.: Die Krankheiten und Beschädigungen unserer landwirtschaftlichen Kulturpflanzen. Stuttgart 1906.
- Klebahn, H.: Uredineae. In: Kryptogamenflora der Mark Brandenburg. Bd. Va, S. 806. 1914.

- Klebahn, H.: Haupt- und Nebenfruchtformen der Ascomyceten. Teil I. Leipzig 1918.
- Kleberger, W.: Versuchsbericht über die Beetversuche mit Gespinstpflanzen. Mitt. d. D. L. G. Bd. 32, S. 104—107. 1917.
- Versuchsbericht über Kultur- und Düngungsversuche mit Flachs im Jahre 1917. Mitt. d. D. L. G. Bd. 33, S. 273—277. 1918.
- Bericht über Kultur- und Düngungsversuche mit Lein. Mitt. d. Landesstelle f. Spinnpflanzen 1919, Nr. 6. (1).
- mit Fr. Schönheit und L. Ritter: Bericht über Leinversuche im Jahre 1919. Mitt. d. Forsch.-Inst. Sorau Bd. 1, S. 91—97. (2).
- mit L. Ritter und Fr. Schönheit: Forschungen auf dem Gebiete der Erzeugung heimischer Spinnpflanzen und der Faserausbeute. Mitt. d. Forsch. Inst. Sorau Bd. 2, S. 119—123, 158. 1920.
- Kletschetow, A. N.: Zur Untersuchung der biologischen Ursachen der Leinbodenmüdigkeit. (Russisch.) 1925.
- Die Schädigung des Leins bei ununterbrochener Kultur durch den Pilz *Thielavia basicola* Zopf. Arb. d. Lab. f. Ackerbaulehre d. Landw. Akad. Moskau 1927, S. 823—834 (Russisch mit deutscher Zusammenf.).
- Koch, L.: Die Klee- und Flachsseide. Heidelberg 1880.
- Kölreuter, J. G.: *Lina hybrida*. Nov. Acta acad. imp. Petropol. Bd. 1, 1787.
- Koernicke, F.: Über Flachs mit *Melampsora lini* Tul. Sitzungsber. d. naturwiss. Ver. d. preuß. Rheinl. Bd. 31, S. 83. 1874.
- Kořan: Der Austritt des Schleimes aus den Leinsamen. Pharmazeut. Post Bd. 32, S. 221. 1899.
- Krabbe, G.: Ein Beitrag zur Kenntnis der Struktur und des Wachstums vegetabilischer Zellhäute. Jahrb. f. wiss. Botanik Bd. 18, S. 346—423. 1887.
- Krafft, G.: Die Pflanzenbaulehre. 11. Aufl. von C. Fruwirth. Berlin 1919. S. 135.
- Kränzlin, G.: Prinzipien der Kotonisierung. Faserforschung Bd. 1, S. 121 bis 138. 1921.
- Röstwässer. Faserforschung Bd. 2, S. 126—150. 1922.
- Bleichversuche an verschiedenen Flächsen. Faserforschung Bd. 4, S. 200 bis 212. 1924.
- Krassiltschik, J. M.: Zur Frage nach den Schädlingen des Flachses in den Gouvernements Bessarabien, Cherson und im nördlichen Kaukasus. (Russisch.) Mitt. d. bessarab. naturforsch. Ges. 1907, S. 71—127.
- Kremer, E.: Beiträge zur Kenntnis des Winterleins. Faserforschung Bd. 3, S. 181—217. 1923.
- Krüger, W.: Die Sorten- und Züchtungsfrage im Flachsbaue mit variationsstatistischen Untersuchungen von Zuchtstämmen und Sorten. Botan. Arch. Bd. 10, S. 33—81. 1925.
- Krunitz, J. G.: Encyklopaedie der Staats-, Stadt-, Haus- und Landwirtschaft. 76. Teil, 2. Aufl. Berlin 1806/17, S. 1—250.
- Kuhnert, R.: Flachsbaue. Im Auftrage d. dtsh. Landwirtschafts-Ges. bearbeitet. 3. Aufl. Berlin 1915.
- Baut Flachs. Flugschriften d. dtsh. Landwirtschafts-Ges. 2. Aufl. Heft 19. Berlin 1918.
- Über Früh- und Spätflachs. Flachs als Zwischenfrucht. Mitt. d. Forsch.-Inst. Sorau Bd. 1, S. 79—80. 1919.
- Zur Tauröstfrage. Mitt. d. Forsch.-Inst. Sorau Bd. 2 S. 26—28. 1920. (1).

- Kuhnert, R.: Der Flachs, seine Kultur und Verarbeitung. 3. Aufl. Berlin 1920. (2)
- Die Ernährung der Flachspflanze und die Erträge des Flachsbaues. Mitt. d. Dtsch. Landwirtschafts-Ges. Bd. 36, S. 417—420. 1921.
- Neuzeitliche Flachskultur und Verwertung. Pflanzenbau Bd. 1, S. 169. 1924.
- Zum diesjährigen Flachsanbau. Ill. Landw. Ztg. 1925, S. 230.
- Neues zur Technik des Flachsbaus. Arb. d. Landw. Ver. Breslau Heft 1, S. 32—41. 1925.
- Petkuser Lein. Dtsch. landwirtschaftl. Presse Bd. 53, S. 146. 1926.
- Lafferty, H. A.: The „Browning“ and „Stembreak“ disease of cultivated flax caused by *Polyspora lini* n. gen. et sp. Scient. Proc. R. Dublin Soc. Bd. 16, S. 248. 1921.
- Laibach, J.: Das Taubwerden von Bastardsamen und die künstliche Aufzucht für absterbende Bastardembryonen. Zeitschr. f. Botanik Bd. 17, S. 417—459. 1925.
- Lazarkevitch, N. A.: Le lin sa culture et son industrie dans l'Europe occidentale. (2. Aufl. d. russ. Ausgabe von 1921.) Paris 1925.
- Leithinger: Die Flachsdüngungsversuche der Dtsch. Landwirtschafts-Ges. im Jahre 1896. Mitt. d. Dtsch. Landwirtschafts-Ges. Bd. 12, S. 69—72. 1897.
- Lichti und Truninger: Über die Kalkempfindlichkeit des Leins. Dtsch. landwirtschaftl. Presse S. 47, 1920.
- Lingelsheim, v.: Beiträge zur Frage der Giftigkeit des Leinlolchs (*Lolium remotum* Schrank). Arch. d. Pharmazie u. Ber. d. Dtsch. Pharmazeut. Ges. 1927, S. 244.
- Lochow, F. von: Über Leinbau und Leinzüchtung. In: Die Bedeutung neuzeitlichen Flachsbaus. Veröff. d. Landwirtschaftskammer Schlesien Heft 23. Breslau 1926.
- Löbbecke, v.: Ist es bei der Mißernte an guter Leinsaat möglich und ratsam, die Aussaat stärker herabzusetzen? Mitt. d. D. Landw. Ges. 1923, S. 143.
- Löwe, H.: Zur Kenntnis der Petroleumröste. Spinner u. Weber 1924, Nr. 10.
- Lorenz, F.: Flachsrosten ohne Kohle. Mitt. d. Forsch.-Inst. Sorau Bd. 2, S. 23—25. 1920.
- Mac Craken, Jas. A.: A review of the status and possibilities of flax production and manipulation in Canada. Dom. of Canada Dpt. of Agric. Ottawa 1916.
- Malzew: *Brassica dissecta* Boiss. as a special weed in the flax sowings in the South of Russia. Bull. of Appl. Bot. Bd. 13. 1923.
- Manitoba: Flax growing in Manitoba. Farmers Library publ. by Man. Dpt. of Agric. Extension Bull. S. 26. Winnipeg May 1918.
- Mann, E.: Die für die Bereitung von Brech- und Schwingflachs maßgebenden Eigenschaften. Spinner u. Weber Bd. 42, Nr. 10. 1924.
- Manshold: Flachskultur in Deutschland und Holland. Dtsch. landwirtschaftl. Presse Bd. 33, S. 466 u. 474. 1906.
- Marchal, E.: Recherches biologiques sur une Chytridinée parasite. Bull. de l'Agric. (Brüssel) Bd. 16, S. 511—544. 1900.
- Marcusson: Die Untersuchung der Öle und Fette. Halle 1921.
- Marck: Das Saatgut und dessen Einfluß auf Menge und Güte der Ernte. Wien 1875.
- Martin, E.: Mémoire sur l'industrie du lin. Soc. des sciences, de l'agric. et des arts de Lille 1870, S. 487—542.

- Martzenitzina, K. K.: Die Chromosomen einiger Spezies der Gattung *Linum* (Russ. m. engl. Zusammenfass.). Bull. of appl. Bot. Bd. 17, S. 253—264. 1927.
- Melnikov, A. N.: Beitrag zur vergleichenden Anatomie des russischen Flachses (Russ. mit engl. Zusammenf.). Bull. of appl. Bot. Bd. 17, S. 273—288. 1927.
- Mentzel: Die Leinsaatbesorgung 1851—1855. Mitt. d. Ges. z. Beförd. d. Flachsbaus Nr. 5, S. 66—68.
- Merkenschlager, F.: Zur physiologischen Charakteristik des Leins. Fortschr. d. Landw. Bd. 2, S. 445—447. 1927.
- Merrill, Jason L.: Utilization of American flax straw in the paper and fiberboard industry. U. S. Dpt. of Agric. Bull. 322. Washington Jan. 1916.
- Miles, Frank C.: Fiber flax. U. S. Dpt. of Agric. Farmers Bull. 669. Washington May 1915.
- Morosow, W. A.: Zur Biologie des Leins und seiner Unkräuter. (Russisch.) Arb. d. Flachs-Versuchsstat. Moskau Bd. 3, S. 93—102. 1920.
- Müller, W. und F. Tobler: Ungerösteter Flachs. Mitt. d. Forsch.-Inst. Sorau Bd. 2, S. 117—119. 1920/21.
- Einfluß und Erkennung mechanischer Behandlung der Flachsfaser. (Zur Kenntnis der Verschiebungen.) Faserforschung Bd. 1, S. 1—25. 1921. (1)
- Beobachtungen an Flachsräummaschinen und einigen neueren Entsamungsmaschinen. Faserforschung Bd. 1, S. 256—259. 1921. (2)
- und F. Tobler: Wie dringen die Röstbakterien in den Flachsstengel ein? Faserforschung Bd. 2, S. 21—28. 1922.
- Swynghedauw-Maschine. Faserforschung Bd. 2, S. 76—78. 1922. (1)
- Die Flachsriffelmaschine Ullersdorf. Faserforschung Bd. 2, S. 156—158. 1922. (2)
- Der Flachs in den verschiedenen Röststadien. Faserforschung Bd. 3, S. 41—51. 1923. (1)
- Ausbeute an Langfasern. Faserforschung Bd. 3, S. 253—265. 1923. (2)
- Scheben als Feuerungsmaterial. Dtsch. Kohlen-Zeitung Bd. 41, S. 424—425. 1923. (3)
- Maschinelles Entsamen des Flachses. D. Landw. Presse 1923, S. 124. (4)
- Die Flachsbrech- und Schwingmaschine „Loreley“. Faserforschung Bd. 4, S. 166—168. 1924.
- Die Schwingturbine System Vansteenkiste-Küchenmeister. D. dtsh. Leinen-Industrielle Bd. 43, S. 649—652. 1925.
- Die Aufarbeitung der Flächse aus den Leinsortenversuchen der Deutschen Landwirtschaftsgesellschaft 1924. Faserforschung Bd. 5, S. 162—179. 1925/6.
- Welchen Einfluß üben Aussaatdichte und Stengel auf die Flachsfaser aus? Faserforschung Bd. 5, S. 239—255. 1926. (1)
- Flachsentsamungs- und Riffelmaschine Küchenmeister. D. dtsh. Leinen-Industrielle Bd. 44, S. 146—147. 1926. (2)
- Müller-Oerlinghausen, G.: Welche Aufgaben und Möglichkeiten erwachsen der chemischen Industrie aus einer Weltnot an Textilstoffen? D. chem. Industrie Bd. 48, S. 874—880. 1925.
- Naoumoff, N. A.: Neuheiten der Pilzflora von Leningrad 1916, 16 S. (Russisch.)
- Neubauer, H.: Über die von A. Vogl entdeckte Pilzschicht in *Lolium*früchten. Zentralbl. f. Bakteriol., Parasitenk. u. Infektionskrankh., Abt. 2, Ref. Bd. 9, S. 652. 1902.

- Nodder, C. R. A.: Study of flax and kindred fibres. Journ. Text. Inst. Bd. 13, S. 161—173. 1922.
- Opitz, K.: Kulturversuche mit Flachs in der Versuchswirtschaft Baumgarten. Mitt. d. dtsh. Landw.-Ges. Bd. 36, S. 382—384. 1921.
- Zur Technik des Flachsbaues. Vortrag geh. auf Veranl. d. dtsh. Flachsbauges. 14. 12. 1921. Berlin 1922.
- und A. v. Pander: Die Beeinflussung der Saatgutbeschaffenheit des Leins durch Erntezeit und Aussaatmenge. Faserforschung Bd. 3, S. 234—240. 1923.
- Versuche über die Aussaatstärke von Lein. Ill. Landw. Ztg. Bd. 43, S. 93. 1923.
- W. Hofmann und A. v. Pander: Beiträge zur Kultur u. Züchtung des Leins. Beiträge z. landw. Pflanzenbau. Festschr. z. 70. Geburtstage Prof. Schindlers. S. 87. Berlin 1924. (1)
- Über die Beurteilung anzuerkennenden Saatgutes. Mitt. d. dtsh. Landw.-Ges. Bd. 39, S. 86—87. 1924. (2)
- Orth, A.: Wurzel-Herbarium der Königl. Landw. Hochschule. Berlin 1894.
- Payen: Rapports à M. le ministre de l'agriculture et du commerce sur le rouissage du lin, le drainage, la nouvelle exploitation de la tourbe, la fabrication et l'emploi des engrais artificiels et des engrais commerciaux. Paris 1850.
- Peoteren, N. van: Verslag over de werkzaamheden van den phytopathologischen dienst in het jaar 1919.
- In: Verslag en Mededeel. Phytopath. Dienst Wageningen 1920, Nr. 12.
- Pesch, F. J. van: Über Fabrikation, Verunreinigungen von Leinkuchen und deren Nachweis. Landwirtschaftl. Versuchs-Stat. Bd. 46, S. 73. 1892.
- Peschke, E. und F. Tobler: Stärkegewinnung und Faserröste. Faserforschung Bd. 4, S. 252—258. 1925.
- Pethybridge, G. H., H. A. Lafferty und J. G. Rhynehart: Investigation on flax diseases. Dpt. of agric. and techn. instr. for Ireland Bd. 20, S. 325—342. 1920.
- — — Second Report. Ebenda Bd. 21, S. 167—187. 1921. — Third Report. Ebenda Bd. 22, S. 103—120. 1922.
- Pissarew, V.: Der gegenwärtige Zustand der Pflanzenzüchtung in Rußland. Zeitschr. f. Pflanzenzüchtung Bd. 10, S. 221—253. 1925.
- Potapow, A. A.: Versuch zur Verwendung des Flachsrostwassers als Düngemittel. Arb. d. Chem. Bakter. Abt. der Flachsversuchsstation Moskau. Moskau 1923. S. 189—201.
- Püschel, P.: Gespinstpflanzen. In: Arbeitsziele der dtsh. Landw.-Ges. nach dem Kriege 1918, S. 390.
- Die Technik des Flachsbaues. Glogau 1924.
- Rabak, F.: Influence on linseed oil of the geographical source and variety of flax. U. S. Dpt. of agric. Bull. Nr. 655. 1918.
- Rabaté, E.: Verwendung der Schwefelsäure zur Bekämpfung der Unkräuter. Internat. agrikulturnwiss. Rundschau 1926, N. F. Bd. 2, S. 577.
- Reddy, C. S. und W. E. Brentzel: Investigations of heat canker of flax. U. S. Dpt. Agric. Bull. Nr. 1120. 1922.
- Reynolds, E. S.: Some relations of Fusarium lini and potassium cyanide. Americ. Journ. of Botan. Bd. 11, S. 215. 1924.
- Renouard, A. fils: Etude sur la statistique comparée de la culture du lin et du chanvre dans le monde entier. 58 S. (Ört u. Zeit d. Ersch. unbek.)
- Note sur les principales maladies du Lin. Ann. agric. de Deherain (Lille) 1879. — Ref. Botan. Zentralbl. 1880, S. 592.

- Rhynehart, J. G.: On the life-history and bionomics of the flax flea-beetle (*Longitarsus parvulus* Payk.). *Scient. Proc. R. Dublin Soc.* Bd. 16, S. 497—570, 1922.
- Rhode: Bericht über den im Sommer 1854 angestellten Versuch mit geröstetem Leinsamen. *Mitt. d. Ges. z. Beförd. d. Flachsbaues* 1856, Nr. 6, S. 21 bis 24.
- Rjaboff, J. J.: Kurse in der fabrikmäßigen Flachs- u. Hanfaufbereitung. Teil I: Organisation (Russisch. Gedruckt auf Flachsschebenpapier). Moskau 1921.
- Rjaboff: J. J., B. P. Dobytschin, B. B. Minervin: Untersuchungen über Warmwasserröste, Text u. Atlas. Moskau 1922.
- Rjaboff, J. J. u. B. P. Dobytschin: Warmwasserröstversuche an Flachs. *Arb. d. Chem.-Bakt. Abt. d. Flachsversuchsstation Moskau.* Moskau 1923. S. 5—83.
- Rothmund, u. Dettweiler: Düngungsversuche zu Lein in der Moorkolonie Eichenau. *Die Ernährung d. Pflanze* Bd. 29, S. 77. 1923.
- Rothenufer, D.: Über Leinsamenschleim. *Münchener Dissertation* 1903.
- Ruhland, W.: Zur Reinigung des Leinsamens. *D. Landw. Presse* Bd. 50, S. 355. 1923.
- Ruschmann, G. (mit Beitr. v. F. Tobler): Faserstengelrösten mit Luftzufuhr (aerobe Pectingärung). *Faserforschung* Bd. 1, S. 67—94. 1921.
- Vergleich von Röstverfahren im Fabrikbetrieb. *Faserforschung* Bd. 2, S. 184—189. 1922 und Bd. 3, S. 301—313. 1923. (1)
- Entwertung des Schwungflachses durch Mikroorganismen. *Faserforschung* Bd. 3, S. 131—161. 1923. (2)
- Die moderne Warmwasserbassinröste in der Industrie. *Zeitschr. f. d. ges. Textilindustrie* Bd. 26. 1923. (3)
- Fehlerhafte Röste. *Faserforschung* Bd. 3, S. 314—318. 1923. (4)
- Grundlagen der Röste. *Bücherei der Faserforschung*, herausgeg. v. F. Tobler. Bd. I. Leipzig 1923. (5)
- Über Röstfehler. Leipzig. *Monatsschr. f. Textilindustrie* 1924. (1)
- Die geeignete Lage von Röstanstalten. Leipzig. *Monatsschr. f. Textilindustrie* Bd. 39, H. 6/7. 1924. (2)
- Ewige Flachsfelder und Flachsmüdigkeit. *Faserforschung* Bd. 4, S. 145—165. 1924. (3)
- Samoggia, C.: Il lino dopo il frumento. *L'avvenire agricolo* Bd. 3, S. 494—497. 1925.
- Scheel, R.: Schlesiens Flachsbanbau. *Mitt. d. dtsh. Landw. Ges.* Bd. 41, S. 458. 1926.
- Scheel, R.: Die Bedeutung der deutschen Leinzüchtungen für den Flachsbanbau 1926. *Mitt. d. dtsh. Landw. Ges.* Bd. 41, S. 869—871. 1926.
- Schikorra, W.: Pflanzenzüchterisches Arbeiten mit Flachs. *Mitt. d. Forsch.-Inst. Sorau* Bd. 2, S. 115—116. 1920.
- Schilling, E.: Zur Kenntnis des Hagelflachses I. *Faserforschung* Bd. 1, S. 102—120. 1921.
- Beobachtungen über eine durch *Gloeosporium lini* verursachte Flachskrankheit in Deutschland. *Faserforschung* Bd. 2, S. 87—113. 1922. (1)
- Weißfleckige und stärkehaltige Leinsamen. *Faserforschung* Bd. 2, S. 276—281. 1922. (2)
- Über die lokalen Anschwellungen der Bastfasern. *Ber. d. dtsh. botan. Ges.* Bd. 39, S. 379—383. 1922. (3)
- Ein Beitrag zur Physiologie der Verholzung und des Wundreizes. *Jahrb. f. wiss. Botanik* Bd. 62, S. 528—562. 1923.

- Schilling, E.: Hechelflachs mit Tintenspritzern. Leipzig. Monatsschr. f. Textilindustrie Bd. 39, S. 17—18. 1924.
- Anbauversuche mit gebeizter Leinsaat. D. dtsh. Leinen-Industrielle Bd. 43, S. 1041. 1925. (1)
- Versuche über Beizung und Stimulation von Leinsaat. Faserforschung Bd. 4, S. 213—234. 1925. (2)
- Bericht über eine Leistungsprüfung deutscher Flachszüchtungen. In: Die Bedeutung neuzeitl. Flachsbaus. Veröff. d. Landw.-Kammer Schlesien H. 23, S. 21—25. Breslau 1926.
- Wie läßt sich ein möglichst gleichmäßiges Flachsstroh erzielen? Faserforschung Bd. 6, S. 73—85. 1927. (1)
- Verzeichnis der vom Sorauer Forschungsinstitut angebauten Leinzüchtungen und Leinherkünfte 1927. Faserforschung Bd. 6, S. 88—92. 1927. (2)
- Zur Frage der Trockenbeizung von Leinsaat. Faserforschung Bd. 6, S. 105. 1927. (3)
- Schindler, F.: Der Flachsbau und die Flachshandelsverhältnisse in Rußland. Wien 1894.
- Studien über den russischen Lein mit besonderer Rücksicht auf den deutschen Flachsbau. Landwirtschaftl. Jahrb. Bd. 28, S. 135—184. 1899.
- Über Landbau u. landwirtschaftliche Kulturpflanzen in den baskischen Provinzen Spaniens. Fortschr. d. Landw. Bd. 2, S. 579. 1927.
- Schneider, H.: Meine Studienreise nach Nordamerika. Mitt. d. Forsch.-Inst. Sorau Bd. 2, S. 94—98, 131—132, 141—143. 1920. (1)
- Der Stand unserer industriellen Warmwasserröste und Peufailits Petroleumröste. Mitt. d. Forsch.-Inst. Sorau Bd. 2, S. 136—138. 1920. (2)
- Die Erfahrungen der letztjährigen Flachs-Raufmaschinen-Saison. Faserforschung S. 2, Bd. 40—46. 1922.
- Schoneweg, E.: Das Leinengewerbe. Ein Beitrag zur niederdeutschen Volks- und Altertumskunde. Bielefeld 1923.
- Schürhoff, H.: Die Scheben-Verwertung. Mitt. a. d. dtsh. Forsch.-Inst. f. Textilstoffe in Karlsruhe 1919, S. 135—149.
- Der Ernteertrag der Flachsfelder. Mitt. d. Forsch.-Inst. Sorau Bd. 2, S. 1, 9, 47, 57, 82. 1920.
- Die Rohstoffversorgung der Leinenindustrie. Der Spinner u. Weber 1921 bis 1922.
- Schulow, J. S. und W. A. Morosow: Sandkultur einiger Formen von Langfaserflachs in reinen Linien. (Russisch.) Arb. d. Versuchs-Stat. d. Moskauer landwirtschaftl. Inst. Bd. 1, S. 42ff. 1915.
- und J. W. Fakuschkin: Zusammenstellung und Übersicht russischer Feldversuche mit Düngung an Langfaserflachs. (Russisch.) Arb. a. d. Versuchs-Stat. d. Moskauer landwirtschaftl. Inst. Bd. 2, S. 111—168. 1916.
- Schulow, J. S.: Versuchsschemata der Düngung zu Flachs. (Russisch.) Arb. d. Versuchs-Stat. d. Petersb. Landw.-Akad. Bd. 3, S. 12. 1920. (1)
- Morphologische Gruppierung von Flachspflanzen und ihrer Faser auf mittleren Versuchsböden aus dem Institut 1917. (Russisch.) Arb. d. Versuchs-Stat. d. Petersb. Landw.-Akad. Bd. 3, S. 68. 1920. (2)
- Scott, W. G. and G. Cl. Hamilton, The growing and novesting of flax in Kenya. Kenya Col. Dpt. of Agr. Bull. 9. 1921.
- Seeger: Hederichbekämpfung im Flachsfeld. Württemb. Wochenbl. f. Landw. Bd. 47, S. 205. 1924.

- Selle, H.: Die Bedeutung der Bodenazidität für das Flachswachstum. *Faserforschung* Bd. 5, S. 146—152. 1926.
- Sellergren, G.: *Inhemska fiberväxter I. Linum usitatissimum, lin.* Kungl. Landbruks-Akademiens Handlingar och Tidskrift 1920.
- Sjollema, B.: Onderzoek naar verschillende metoden van vlasbewerking. Rapport aan het hoofdbestuur der Groninger Maatschappij van Landbouw en Nijverheid. 72 S. Groningen 1909.
- Sokolow, N. S.: Zur Frage der Leinmüdigkeit. *Journ. f. Landw. Wissensch.*, Moskau Bd. 3, S. 193. 1926.
- Sorauer, P.: *Handbuch der Pflanzenkrankheiten* Bd. III. 3. Aufl. Berlin 1923.
- Smirnoff, D. S.: Einige Eigentümlichkeiten in der Entwicklung des Leins unter dem Einfluß erhöhten osmotischen Druckes der Bodentönung. *Journ. f. Landw. Wissensch.*, Moskau Bd. 3, S. 334—340. 1926.
- Steigerwald, E.: Kalidüngung und Erdflohbefall. Die Ernährung der Pflanze Bd. 23, S. 206—207. 1927.
- Über den Einfluß von Chlor und Magnesium als Nebenbestandteile der Kalisalze auf den Oel- u. Faserertrag des Flachses. Die Ernährung der Pflanze Bd. 23, S. 282—284. 1927.
- Stooff, H.: Über die Beschaffenheit und Reinigungsmöglichkeit der Abwässer von Flachs-*röstanstalten*. *Gesundheits-Ing.* Bd. 46, S. 16—23. 1923.
- Strobel, A.: Ein Standraumversuch mit Lein (*Linum usitatissimum* L.). *Faserforschung* Bd. 5, S. 227—238. 1926.
- Sylvén, N.: Was muß getan werden zur Verbesserung des schwedischen Flachsbau? (Schwed.) *Sver. Utsäd. För. Tidskr.* Bd. 31. 1921.
- Linförädling och linförsök på Svalöf. *Ebenda* Bd. 34, S. 103—125. 1924.
- Einige Spaltungszahlen bei Kreuzungen zwischen blau- und weißblühenden Varietäten von *Linum usitatissimum*. *Hereditas* Bd. 7, S. 75—100. 1925.
- Tammes, T.: *Der Flachsstengel. Eine statistisch-anatomische Monographie.* Naturk. Verhandl. van de Holland. Maatschappij der Wetenschappen Derde Verzam., Deel VI, vierde Stuk. Haarlem 1907.
- Het gewone Vlas en het Vlas met openspringende Vruchten. *Album der Natuur* 1908.
- Das Verhalten fluktuierend variierender Merkmale bei der Bastardierung. *Rec. trav. Bot. Néerl.* Bd. 8, S. 201—288. 1911.
- Einige Korrelationserscheinungen bei Bastarden. *Rec. trav. Bot. Néerl.* Bd. 10, S. 69—84. 1913.
- Die Erklärung einer scheinbaren Ausnahme der Mendelschen Spaltungsregel. *Rec. trav. Bot. Néerl.* Bd. 11, S. 54—69. 1914.
- Die genotypische Zusammensetzung einiger Varietäten derselben Art und ihr genetischer Zusammenhang. *Rec. trav. Bot. Néerl.* Bd. 12, S. 217—277. 1915.
- Die gegenseitige Wirkung genotypischer Faktoren. *Rec. trav. Bot. Néerl.* Bd. 13, S. 44—62. 1916.
- Die Flachsblüte. *Rec. trav. Bot. Néerl.* Bd. 15, S. 185—227. 1918.
- Der blaublühende und der weißblühende Flachs und ihre Bedeutung für die Praxis. *Mitt. d. Forsch.-Inst. Sorau* Bd. 2, S. 75—81. 1920.
- Genetic analysis, schemes of co-operation and multiple allelomorphs of *Linum usitatissimum*. *Journ. of Genetics* Bd. 12, S. 19—46. 1922.
- Das genotypische Verhältnis zwischen dem wilden *Linum angustifolium* und dem Kulturlein, *Linum usitatissimum*. *Genetica* Bd. 5, S. 61—76. 1923.

- Tammes, T.: Vlas en Vlasveredeling. Mededeel. Nr. 18 d. Nederl. Genet. Vereen. Haarlem 1924.
- Mutation and Evolution. Zeitschr. f. indukt. Abstammungs- u. Vererbungslehre Bd. 36, S. 417—426. 1925.
- Genetische Studien über die Samenfarbe bei *Linum usitatissimum*. Hereditas Bd. 9, S. 10—16. 1927.
- Tisdale, W. H.: Relation of soil temperature to infection of flax by *Fusarium lini*. Phytopathology Bd. 6, S. 412—413. 1916.
- Tobler, F.: Veränderung der Einzelfaser durch mechanische Beeinflussung. Mitt. d. Forsch.-Inst. Sorau Bd. 1, S. 63. 1919.
- Die Festlegung von Standardmustern des Flachses. Mitt. d. Forsch.-Inst. Sorau Bd. 2, S. 63—64. 1920. (1)
- Achtet auf Flachsbrand. Mitt. d. Forsch.-Inst. Sorau Bd. 2, S. 157—158. 1920. (2)
- Über die Fasern von Samenflachssorten. Faserforschung Bd. 1, S. 47—62. 1921. (1)
- Zur Kenntnis der Lebens- und Wirkungsweise des Flachsrostes. Faserforschung Bd. 1, S. 223—229. 1921. (2)
- Faser- und Ölflachs in Deutschland und im Auslande. Jahrb. d. dtsh. Landw.-Ges. Bd. 36, S. 94—98. 1921. (3)
- Wege zur Geruchsverminderung der Flachsrostste: die Preisarbeiten Schürhoffs und Jochums mit Bemerkungen und Versuchen des Forschungsinstituts. Faserforschung Bd. 2, S. 9—21. 1922. (1)
- Bemerkungen über Tauröstflächen für Flachs und ihre Erkennung. Faserforschung Bd. 2, S. 282—285. 1922. (2)
- Die künstliche Trocknung von Flachs. Lösungen von Preisfrage 3 des Forschungsinstitutes Sorau. Faserforschung Bd. 3, S. 52—65. 1923.
- Bemerkungen und Versuche zur Harnstoffröste. Faserforschung Bd. 4, S. 141 bis 145. 1924.
- Struppiger Flachs. Faserforschung Bd. 6, S. 1—6. 1927.
- Tobler, Gertrud: Unkräuter im Lein. Zwei Tafeln mit Zeichn. d. Samen n. d. Natur 55 × vergr. Berlin (Parey) 1921.
- Tochinai, Y.: On the causes of flax wilt disease, seed disinfection and the effects of soil-heating on the growth of flax plant. (Jap.) Hokkaido Nok-waiho Bd. 20, Nr. 1. 1919.
- The food relations of *Fusarium lini*. 1920. — Ref. Botan. Abstr. Bd. 7, S. 64. 1921.
- und S. Enomoto: Dry heat sterilization of flax seeds for the prevention of its anthracnose. (Jap.) Journ. Soc. Agr. and For. Sapporo Bd. 15 Nr. 3. 1924.
- Comparative studies on the physiology of *Fusarium lini* and *Colletotrichum lini*. Journ. Coll. of Agr. Hokkaido Imp. Univ. Bd. 14, S. 171—236. 1925.
- Trecco, G. B.: Coltivazione e governo del Lino marzuolo. Vicenza 1792.
- Ubbelohde, L.: Chemie, Analyse und Technologie der Öle und Fette. Leipzig 1908 und 1920.
- Valgreen, V. N.: Crop insurance: Risks, losses and principles of protection. U. S. Dpt. Agr. 1922, Bull. Nr. 1043.
- Venne, van de: La paja del Lino como materia prima para la fabricación de la pasta de papel. Rev. del Inst. de Agronomía Montevideo 1907, Nr. 1, S. 143.
- Wanjek: Ist ein Abbau des Flachses möglich? D. Leinenindustrielle S. 430. 1922.

- Warington, K.: A botanical study of the flax plant. III. Manurial pol experiments with flax. *Linen Ind. Res. Assoc., Res. Inst. Mem.* 29. 1925.
- Weck, R.: Aufarbeitung eines Saatstärken- und Düngungsversuchs zu Flachs. (Jahr 1923.) *Faserforschung* Bd. 4, S. 13—35. 1924. (1)
- Rentabler Flachsbau. *Faserforschung* Bd. 4, S. 243—252. 1924. (2)
- Schnelle Bestimmung der Feinheit und Ausgeglichenheit bei Flachsstroh. *Faserforschung* Bd. 5, S. 193—195. 1926.
- Weidner: 10 Gebote des Flachsbaus. *D. Landw. Presse*, 1923, S. 126.
- Tätigkeitsbericht der Deutschen Flachsbauges. Abt. Bayern. Für das Jahr 1925.
- Weinzettl, J.: Ein Beitrag zur Kenntnis über die Einwirkung von Mineraldüngung auf die wertbestimmenden Eigenschaften der Faser beim Lein und Hanf. *Dissertation* Hamburg 1925.
- Westerdijk, J.: Anthracnose van het Vlas. *Phytopath. Labor. „Willie Comelin Scholten“* 1915, S. 6.
- Neues über Flachskrankheiten. *Jahresber. d. Ver. f. angew. Botan.* Bd. 16, S. 1—8. 1918.
- Wiesner, J. von: Die Rohstoffe des Pflanzenreiches. I. u. III. 3. Aufl. Leipzig 1914 und 1921, 4. Aufl. I. 1927.
- Winter, R.: Über den Ursprung und die Entwicklung der Faser von *Linum usitatissimum*. (Ist die Leinfaser eine Bildung des Perizykels?) *Berliner Diss.* 1909.
- Wittmack, L.: *Landwirtschaftliche Samenkunde*. 2. Aufl. Berlin 1922.
- Wollenweber, H. W.: *Conspectus analyticus Fusariorum*. *Ber. d. dtsh. botan. Ges.* Bd. 35, S. 739. 1917.
- Zybin, S.: Rapport sur l'examination des maladies du lin au gouvernement du Moscou en 1924. *Défense des plantes*. Leningrad 1926, S. 581—588.

Namen- und Sachverzeichnis.

- Abbau 98.
 Ackerflachs 3.
 Ackersenf s. Sinapis.
 Ackerspörgel s. Spergula.
 Ackerwinde s. Convolvulus.
 Aegypten 9, 72, 74, 76.
 Älchen 179.
 Ärobier 213.
 Afrika 73, 74, 76, 185.
 Agriolimax 180.
 Agrostemma 197.
 Agrotis 184.
 Alba vlas s. weißblühender Holländer.
 Algier 2, 76.
 Allium 197.
 Alopecurus 196.
 Alternaria 119, 126, 135, 143, 147, 167.
 Amarantus 197f.
 Amerika 72, 74f., 76, 107, 109, 135, 157, 167, 173, 205, 241.
 Ammi 197.
 Anaërobier 213.
 Anbau 78.
 Angora 21, 23.
 Anerkennung 54, 99.
 Anthemis 194, 197f.
 Anthracose s. Colletotrichum.
 Aptonia 187.
 Argemone 197.
 Argentinien 76, 151, 157, 184, 194, 197f.
 Arion 180.
 Arthrolobium 197.
 Ascochyta 154, 156.
 Aspergillus 126, 145.
 Asphodelus 197.
 Asterocystis radicis 87, 109, 113, 114, 135, 142, 192.
 Aufschließung 38.
 Auslaugung 214, 225.
 Aussaat 34, 99, 118, 130.
 Australien 73, 76.
 Avena 197f.
 Bacillus cerealium 141, 145.
 Bacillus Comesii 225.
 Bacillus felsineus 225f.
 Baden 75.
 Bakterien als Krankheit 141.
 Bakterien in der Röste 212ff.
 Bakterien gegen Fusarium 174.
 Bakterien, Eindringen bei der Röste 215.
 Bast 18ff., 129.
 Bastarde 47.
 Bayern 4, 5, 75, 196.
 Beet army worm 185.
 Beizung der Saat 112, 141, 162, 173.
 Belgien 69, 76, 106, 160.
 Bensing 55, 159.
 Blasenfuß s. Thrips.
 Blattdürre 180.
 Boden 78f., 114, 132.
 — -müdigkeit 86, 133ff.
 — -mikroflora 87.
 — -reaktion 86, 133, 144, 158, 163, 167.
 Böhmen 75, 185.
 Boken 232.
 Bombay 21, 23, 197.
 Botrytis 111, 114, 119, 126, 132, 147, 163, 182, 191.
 Brandenburg 75, 151.
 Brandpögggen 143.
 Brassica 196ff.
 Bräune 160.
 Brechen 231ff.
 Bromus 197.
 Browning 160.
 Brülure 142, 182.
 Büllen 232.
 Bulgarien 76.
 Bupleurum 197.
 Cabotage 133.
 Calocampa 185.
 Calocoris 163, 190, 192.
 Camelina 94, 193—197, 199.
 Canadian Longstem 23f.
 Carbone-Röste 225.
 Cecidomyia 185.
 Centaurea 94, 194ff., 200.
 Cephalaria 197.
 Cerastium 157.
 Charbon 133.
 Chenopodium 193ff., 199.
 Cheyletus 181.
 Chile 76.
 China 197.
 Cnephasia 184.
 Chrysanthemum 196f.
 Cicer 197.
 Cirsium 157, 194ff.
 Clasterosporium 166.
 Cladosporium 107, 119, 126, 135, 143, 147, 165, 182.
 Colletotrichum lini 87, 97, 107f., 111, 116, 119, 127, 132, 135, 157.
 Conchylis 179, 183.
 Convolvulus 127, 192., 194ff., 200.
 Coriandrum 197.
 Corispermum 197.
 Coronilla 196.
 Councler 100.
 Cuscuta 94, 113, 127, 175, 192—197.
 Dänemark 68.
 Datura 197.

- Davis 19, 159.
 Dead stalks 155.
 Dematium 166.
 Deutschland 76, 106f.,
 158, 160, 173, 252.
 Dipteren 185.
 Disteln 192.
 D. L. G. 54, 57.
 Doode Harrel 155.
 Drahtwürmer 190.
 Dreifelderwirtschaft 88.
 Dreschen 123.
 Dreschlein 3.
 Droop 138.
 Druschbruch 123.
 Düngung 7, 37, 85, 89,
 113, 131 ff.
 Echinosperrum 197.
 Echium 197.
 Eckendorf 55, 159.
 Einzelfaser 22ff., 29ff.,
 32, 230.
 Entyloma 149.
 Engerlinge 190.
 England 74, 160.
 Erdeulen 184.
 Erdflöhe 114, 158, 162,
 163, 179, 186ff.
 Eriophyies 186.
 Erithrea 21.
 Ernte 202ff.
 Eruca 197.
 Erysimum 198.
 Erysiphe 126, 145.
 Esthland 74, 76.
 Etrich 233.
 Euphorbia 157.
 Euproctis 185.
 Fadenwürmer 179.
 Faserausbeute 43, 126.
 Faserbestimmung 49f.
 Faserdicke 27.
 Faserflachs 12, 15f., 22,
 27, 34, 73, 89.
 Fasergehalt 50f.
 Faserlänge 25, 32f.
 Faser, technische 32, 34.
 Festigkeit des Pflanzen-
 körpers 18.
 — der Faser 28, 32ff.
 Fen 133.
 Feuchtigkeitsgehalt der
 Faser 33.
 Firing 149.
 Flachsblüte, Entwicklung
 10f., 80.
 —, Homostylie 3.
 —, Zeit 10.
 Flachsbrand s. Astero-
 cystis.
 Flachsfaser ohne Röste
 209f.
 Flachsgallen 185f.
 Flachsknotenwickler 183.
 Flachsmüdigkeit s. Boden-
 müdigkeit.
 Flachspropaganda 252.
 Flachsrost 147f.
 Flachsseide s. Cuscuta.
 Flachswelke s. Fusarium.
 Flax canker 52.
 Flax flea beetle 186.
 Flaxwilt 169.
 Flohknöterich s. Polygo-
 num.
 Flottenverhältnis der
 Röste 226.
 Foot rot 155.
 Formosa 158.
 Frankreich 2, 69, 74, 76,
 106.
 Frostwiderstand 115f.
 Fruchtfolge 84, 113.
 Frühflachs 7, 56, 103.
 Fumaria 194ff.
 Fusarium 87, 106, 109,
 111, 116, 119, 126, 127,
 132, 135, 137, 141, 159,
 167.
 Fusicladium 165.
 Fußkrankheit 127, 169.
 Gänsefuß s. Chenopodium
 Galeopsis 194.
 Galium 192, 194ff., 200.
 Gallmücke 185.
 Galphimia 197.
 Gammaeule 184.
 Geiss 231.
 Geranium 194.
 Glanz der Faser 31, 216.
 Glocosporium lini s. Colle-
 totrichum lini.
 Glyciphagus 181.
 Gminder 210.
 Griechenland 76.
 Griff 216, 231.
 Grindelia 198.
 Großbritannien 69, 76.
 Grubenröste 220f.
 Gryllotalpa 181.
 Guizotia 197.
 Hagel 120.
 Haltica s. Erdflöhe.
 Hannover 75.
 Harnstoffröste 224.
 Heat-canker 118.
 Hecheln 232.
 Hederich 201.
 Helianthus 198.
 Heliothis 184.
 Helminthosporium 166.
 Helsing 233.
 Hessen 75.
 Heterodera 180.
 Hitzekrebs 118.
 Hohlzahn s. Galeopsis.
 Holland 69, 74f., 76, 106f.,
 157, 160, 168, 185, 186,
 222.
 Holzkörper 19, 127ff.,
 153, 155.
 Indien 76, 185, 241.
 Insekten 179.
 Immunitätszüchtung 52,
 113, 159, 173.
 Irland 69, 107, 138, 151,
 158, 190.
 Italien 76, 151, 252.
 Jäten 104, 193.
 Japan 76, 158, 160, 167,
 173, 197.
 Jugoslawien 76.
 Käfer 190.
 Kärnthen 75.
 Kalkfrage 91f., 133.
 Kalkutta 197.
 Kaltwasserröste 219.
 Kambium 19, 29.
 Kanada 74, 76, 160, 198,
 205.
 Kanaltrockner 227.
 Kapellen 202ff.
 Keimenergie 94.

- Keimmüdigkeit 87, 137.
 Klebkraut s. Galium.
 Klengelein 3, 21, 24.
 Klima 73, 78, 114.
 Knickmaschine 233.
 Knöterich s. Polygonum.
 Kombinationszüchtung
 46ff.
 Kornblume s. Centaurea.
 Korrelationen 38, 48f.
 Kotonisierung 24, 229f.
 Krankheiten, nichtpara-
 sitäre 114.
 —, parasitäre 141.
 Krubera 197.
 Küchenmeister 234.
 Kurzfaser 17, 209.
 Kwade koppen 181.
 Labkraut 127.
 Lagern 44, 101, 110, 119,
 123ff.
 Landröste s. Tauröste.
 Langfaser 122, 207.
 Laphygma 185.
 La Plata 192, 241.
 Lapsana 194.
 Large capsid plant bug
 190.
 Lathyrus 197.
 Leindotter s. Camelina.
 Leinkapseln 9, 206, 237.
 Leinkapselspreu 251.
 Leinkuchen 145, 248ff.
 Leinmehl 248.
 Leinlolch s. Lolium.
 Leinöl 242ff., 246.
 Leinsamen 9, 12ff.
 —, Beizung 112.
 —, Dörren 111, 160.
 —, Farbe, 119, 239.
 —, Lagerung 111, 178.
 —, Reife 98.
 —, Reinigung 111, 178,
 193.
 —, Tausendkorngewicht,
 13ff., 93, 100, 238.
 —, Verwertung 237ff.
 —, Zusammensetzung
 239f.
 Leinsamenschleim 250.
 Leinschrot 248.
 Lepidium 198.
 Leptosphaeria 166, 174.
 Leptostroma 157.
 Lesser mystery worm 185.
 Lethrus 190.
 Lettland 70.
 Lignin 38.
 Linum africanum 3.
 Linum alpinum 150.
 Linum angustifolium 2,
 71, 150, 159, 185, 188.
 Linum Austriacum 2, 72,
 150, 159.
 Linum bienne 3.
 Linum catharticum 1, 150,
 156.
 Linum corymbiferum 186.
 Linum crepitans 3.
 Linum flavum 150, 159.
 Linum gallicum 146.
 Linum grandiflorum 2.
 Linum hiemale 3.
 Linum humile 3.
 Linum Lewisii 150f.
 Linum marginale 150.
 Linum maritimum 2.
 Linum narbonense 150.
 Linum nodiflorum 150.
 Linum perenne 2, 146,
 159, 241.
 Linum rigidum 151.
 Linum spicatum 150.
 Linum strictum 150.
 Linum tenuifolium 150,
 154.
 Linum vulgare 3.
 Litauen 74, 76.
 Lithospermum 198.
 Livland 5, 196.
 Lochow, von 55f., 159.
 Lolium 94, 192, 194—198.
 Longitarsus 187f.
 Lygus 190, 192.
 Lys 219ff.
 Macrosporium 135, 143,
 146, 167.
 Mähren 75.
 Mamestra 185.
 Marokko 76, 154, 197.
 Maulwurfsgrille 181.
 Meerstrandslein 2.
 Mehlmilbe 181.
 Mehltau 145f.
 Melilotus 196ff.
 Melampsora 147.
 Merzerisation 32.
 Milben 180.
 Milbenspinne 180.
 Minierfliege 185.
 Mißbildungen 138.
 Mittellamellen 216.
 Mucor 126, 165.
 Muffigkeit der Saat 119.
 — des Strohes 145.
 Mycosphaerella 146, 166.
 Nematoden 179.
 Oelbestimmung 51.
 Oelgehalt 243f.
 Oefflachs 12, 15f., 17, 27,
 73, 80, 89, 120, 153, 205,
 240.
 Oesterreich 2, 76.
 Ötztal 75, 134, 136.
 Olpidiaster 142.
 Ornithopus 194ff.
 Ost-Afrika 160, 167.
 Palästina 21.
 Panaschierung 138.
 Panicum 197.
 Papier aus Flachs 236.
 Pasmö 157.
 Pektin 30f., 34, 212, 231.
 Penicillium 126, 141, 145.
 Perrisia 185.
 Petroleumröste 229.
 Peufaillit 229.
 Phalaris 197f.
 Phalonia 183.
 Phoma 107, 127, 132, 135,
 154, 156.
 Phyllotreta 187.
 Phytomyza 185.
 Pilze 212.
 Pleospora 119, 126, 146,
 166.
 Plusia 184.
 Polen 75, 76, 185.
 Polia 185.
 Polygonum 94, 127, 192,
 194—199.
 Polyspora 107, 110, 135.
 Pommern 75.
 Phlyctaena 156, 162.

- Preußen 75.
 Psylliodes 187.
 Püschel 88.
 Purgi rein 1.
 Pythium 135, 142, 144.
Quetschen 227f.
Raken 232.
 Raphanus 194, 197f.
 Rapistrum 197f.
 Rastung der Saat s. Lagerung.
 Raufen 202.
 Raufmaschinen 204.
 Raupen 183ff.
 Rebenschneider 190.
 Regeneration 3, 8, 108, 122.
 Rhizoctonia 174.
 Rhizopus 165.
 Ribben 232.
 Riffeln 53, 95, 206.
 Röste 210ff.
 —, Abwasser 227.
 —, Durchlüftung 225f.
 —, Geruchsverminderung 225.
 —, Wasser zur 226.
 Röstfehler 226.
 Röstorganismen 212.
 Röststreife 216.
 Röstverfahren 217.
 Rohfaser 22ff.
 Root-rot 145.
 Rossi 225.
 Rotfleckigkeit 126.
 Rotte s. Röste.
 Rouille du lin 147.
 Roussau 229.
 Rumänien 76.
 Rumex 197f.
 Rust 147.
 Russischer Flachs 23f., 70, 73, 75f., 218.
 Rußland 158, 160, 184, 185, 218, 241.
 Saatstärke 99.
 Sachsen 61, 75.
 Salsola 197.
 Salvia 197.
 Samaria 28.
 Scandix 197.
 Schädlinge, pflanzliche 141.
 —, tierische 179.
 Scheben 136, 232, **235f.**
 Schimmelpilze 126, **145.**
 Schleimschicht 87, 158, 238.
 Schlesien 75, 98.
 Schließlein 3, 72, 241.
 Schnabelkerfe 190.
 Schnaken 185.
 Schnecken 180.
 Schüttelmaschine 234.
 Schwärzepilze 107, 119, 126, 141, 143, 147, 165, 166.
 Schweden 68, 76.
 Schwingen 231ff.
 Schwingstände 233.
 Schwingturbine 234.
 Schwungflachs, Entwertung 166.
 Sclerotinia 135, 146.
 Septogloecum 157, **162.**
 Serradella 195.
 Setaria 197f.
 Silene 197f.
 Silybum 198.
 Sinapis 94, 193, 194ff., **201.**
 Sisymbrium 198.
 Slanetz 218.
 Sonchus 196.
 Sorau, Forschungsinstitut 62, 101, 106.
 Spanien 76.
 Spätflachs 7, 104.
 Spergula 94, 194ff., **201.**
 Spinnfaser 22f.
 Spinnfaserflachs 17.
 Spörgel s. Spergula.
 Springlein 3, 21, 24, 72, 241.
 Spülen 217.
 Stärkegewinnung bei Röste 225.
 Stammesprüfung 43ff.
 Standraum 6f., 28, 36, 43.
 Starling 210.
 Stellaria 194f.
 Stem break 158.
 Stengelbruch 160.
 Stengeldicke, Bestimmung 48f.
 Stengeldürre 155.
 Stengelflecken 140.
 Steppenflachs 4, 5, 23f., 28.
 Stockkrankheit 179.
 Strohfarbe 124, 209.
 Swynghedauw 233.
Tarnished plant bug 191.
 Tauröste 166, 212, **217f.**
 Teerspritzer s. Melampusora.
 Tetranychus **180.**
 Thlaspi 194ff., **199.**
 Thielavia 132, 135, 142, **144.**
 Thrips 107, 114, 179, **181.**
 Thüringen 75.
 Tiefkultur 83.
 Tintenspritzer s. Melampusora.
 Tirol 75, 134, 218, 222.
 Torilis 197.
 Trichothecium 126.
 Trigonella 197.
 Trockenbeizung 97, 112f., 156, 160, 165, 173.
 Trocknung 96.
 Trocknung des Strohs 227
 Tschechoslowakei 74, 76.
 Türkei 197.
 Tunis 76.
 Tylenchus **179.**
 Tyroglyphus **180.**
 Ungarn 76.
 Unkräuter 93, 127, 191ff.
 Uromyces **154.**
 Uruguay 17, 76, 151.
 Vaccaria 197f.
 Vansteenkiste 234.
 Verbänderung 138.
 Verbundfestigkeit 29, 34.
 Verholzung 20, 31, 110.
 Verschiebungen 30f., 233.
 Vicia 94, 127, 192, 194ff.
 Vlasbrand 142.
 Vogelmiere s. Stellaria.
 Vorfrucht, Lein als 88.
Wanzen 190.
 Warmwasserröste 223ff.

Wasserröste 213ff.	Westfalen 75.	Yellowing 132.
Weißblühender Holländer (Flachs) 8, 144, 152f., 163.	Wicke s. Vicia.	Ypsiloneule 185.
Weißblütigkeit 38, 69.	Winterflachs 3ff., 9, 72, 117.	Züchtung 37, 39ff., 129, 139.
Weißer Wurm 183.	Wirrstroh 207.	Zuchtziele 39ff.
Weißfleckigkeit der Saat 139.	Württemberg 75.	Zusätze zur Röste 224f.
Welke 169.	Wurzel 7, 79f.	Zwarte koppen 181.
	Wurzelälchen 180.	Zwartstip 149.
	Wurzelfäule 145.	

Technologie der Textilfasern

Herausgegeben von

Dr. R. O. Herzog

Professor, Direktor des Kaiser-Wilhelm-Instituts für Faserstoffchemie
Berlin-Dahlem

Übersicht über die vorläufig erscheinenden Bände:

- Band I: **Chemie und Physik der faserbildenden Stoffe.** In Vorbereitung.
- Band II, Erster Teil: **Die Spinnerei.** Von Geh. Hofrat Prof. Dr.-Ing. e. h. A. Lüdicke. Mit 440 Textabbildungen. VII, 268 Seiten. 1927.
Gebunden RM 28.—
- Band II, Zweiter Teil: **Die Weberei.** Von Geh. Hofrat Prof. Dr.-Ing. e. h. A. Lüdicke. **Die Maschinen zur Band- und Posamentenweberei.** Von Prof. K. Fiedler. **Die Bindungslehre.** Von Johann Gorke. Mit 854 Abbildungen im Text und auf 30 Tafeln. VII, 319 Seiten. 1927.
Gebunden RM 36.—
- Band II, Dritter Teil: **Wirkerei und Strickerei, Netzen und Filetstrickerei.** Von Fachschulrat Carl Aberle. **Maschinenflechten und Maschinenklöppeln.** Von Walter Krumme. **Flecht- und Klöppelmaschinen.** Von Geh. Regierungsrat Dipl.-Ing. Prof. H. Glafey. **Samt, Plüsch, künstliche Pelze.** Von Geh. Regierungsrat Dipl.-Ing. Prof. H. Glafey. **Die Herstellung der Teppiche.** Von H. Sautter. **Stickmaschinen.** Von Regierungsrat Dipl.-Ing. Prof. R. Glafey. Mit 824 Textabbildungen. VIII, 615 Seiten.
Gebunden RM 57.—
- Band III: **Künstliche organische Farbstoffe.** Von Prof. Dr. H. E. Fierz-David. Mit 18 Textabbildungen, 12 einfarbigen und 8 mehrfarbigen Tafeln. XVI, 719 Seiten. 1926.
Gebunden RM 63.—
- Band IV, Erster Teil: **Botanik und Kultur der Baumwolle.** Von Geh. Regierungsrat Prof. Dr. L. Wittmack. Mit etwa 90 Textabbildungen.
Erscheint Ende 1927.
- Band IV, Zweiter Teil: **Mechanische Technologie der Baumwolle.** Von Geh. Regierungsrat Dipl.-Ing. Prof. H. Glafey. In Vorbereitung.
- Band IV, Dritter Teil: In Vorbereitung.
Chemische Technologie der Baumwolle. Von Direktor Dr. Haller.
Mechanische Hilfsmittel zur Veredelung der Baumwolltextilien. Von Geh. Regierungsrat Prof. H. Glafey. Mit etwa 260 Textabbildungen.
- Band IV, Vierter Teil: **Die Baumwollwirtschaft.** Von Direktor Dr. P. Koenig.
In Vorbereitung.
- Band V, Erster Teil: **Flachs.** In Vorbereitung.

Technologie der Textilfasern

Band V, Zweiter Teil: **Hanf und Hartfasern. Die Hanfpflanze.** Von Prof. Dr. O. Heuser. **Die Hanfwirtschaft.** Von Direktor Dr. P. König. **Mechanische Technologie des Hanfes.** Von Oberingenieur O. Wagner. **Chemische Technologie des Hanfes.** Von Dr. H. v. Frank. **Die Weltwirtschaft und Landwirtschaft der Hartfasern und anderer Fasern.** Von Direktor Dr. P. König. **Verarbeitung der ausländischen Fasern zu Seilerwaren.** Von Hermann Oertel und Dr.-Ing. Fr. Oertel. Mit 105 Textabbildungen. VII, 266 Seiten. 1927. Gebunden RM 24.—

Band V, Dritter Teil: **Jute.** Von Direktor Dr.-Ing. E. Nonnenmacher. In Vorbereitung.

Band VI: **Technologie der Seide.** Von Dr. Hermann Ley. Mit etwa 400 Textabbildungen. In Vorbereitung.

Band VII: **Kunstseide. Zur Kolloidchemie der Kunstseide.** Von Prof. Dr. R. O. Herzog. **Die Nitrokunstseide.** Von Prof. Dr. A. v. Vajdaffy. **Über Kupferoxyd-Ammoniak-Zellulose.** Von Prof. Dr. W. Traube. **Kupferseide.** Von Dr. H. Hoffmann. **Die Viskosekunstseide.** Von Dr. R. Gaebel. **Über Azetatseide.** Von Dr. A. Eichengrün. **Die Färberei der Kunstseide.** Von Dr. A. Oppé. **Mechanische Technologie der Kunstseideverarbeitung.** Von Prof. Dipl.-Ing. E. A. Anke. **Wirtschaftliches.** Von Dr. Fritz Loewy. Mit 208 Textabbildungen. VIII, 354 Seiten. 1927. Gebunden RM 33.—

Band VIII: **Wolle.** In Vorbereitung.

Band IX—X: **Ergänzungsbände.** In Vorbereitung.

Handbuch der Spinnerei. Von Ing. Josef Bergmann †, o. ö. Professor an der Technischen Hochschule in Brünn. Nach dem Tode des Verfassers ergänzt und herausgegeben von Dr.-Ing. e. h. A. Lüdicke, Geh. Hofrat, o. Professor emer., Braunschweig. Mit 1097 Textabbildungen. VII, 962 Seiten. 1927. Gebunden RM 84.—

Technik und Praxis der Kammgarnspinnerei. Ein Lehrbuch, Hilfs- und Nachschlagewerk. Von Direktor Oskar Meyer, Spinnerei-Ingenieur zu Gera-Reuß, und Josef Zehetner, Spinnerei-Ingenieur, Betriebsleiter in Teichwolframsdorf bei Werdau i. Sa. Mit 235 Abbildungen im Text und auf einer Tafel sowie 64 Tabellen. XI, 420 Seiten. 1923. Gebunden RM 20.—

Die Unterscheidung der Flachs- und Hanffaser. Von o. Prof. Dr. Alois Herzog, Dresden. Mit 106 Abbildungen im Text und auf einer farbigen Tafel. VII, 109 Seiten. 1926. RM 12.—; gebunden RM 13.20

Neue mechanische Technologie der Textilindustrie.

Ein Hand- und Hilfsbuch für den Unterricht an Textilschulen und technischen Lehranstalten, sowie zur Selbstausbildung in der Faserstoff-Technologie. Von Dr.-Ing. e. h. **G. Rohn**, Schönau bei Chemnitz. In drei Bänden nebst Ergänzungsband.

Erster Band: **Die Spinnerei.** Zweite, neubearbeitete Auflage. Von Prof. Dr.-Ing. **Edwin Meister**, Dresden. In Vorbereitung.

Zweiter Band: **Die Garnverarbeitung.** Die Fadenverbindungen, ihre Entwicklung und Herstellung für die Erzeugung der textilen Waren. Mit 221 Textfiguren. XVI, 168 Seiten. 1917. Gebunden RM 5.—

Dritter Band: **Die Ausrüstung der textilen Waren.** Mit einem Anhang: Die Filz- und Watten-Herstellung. Mit 196 Textfiguren. XX, 240 Seiten. 1918. Gebunden RM 7.—

Ergänzungsband: **Textilfaserkunde** mit Berücksichtigung der Ersatzfasern und des Faserstoffersatzes. Mit 87 Textfiguren. X, 94 Seiten. 1920. Gebunden RM 3.—

Mechanisch- und physikalisch-technische Textiluntersuchungen.

Von Prof. Dr. **Paul Heermann**, früher Abteilungsleiter der Textilabteilung am Staatl. Materialprüfungsamt in Berlin-Dahlem. Zweite, vollständig umgearbeitete Auflage. Mit 175 Abbildungen im Text. VIII, 270 Seiten. 1923. Gebunden RM 12.—

Betriebseinrichtungen der Textilveredelung.

Von Prof. Dr. **Paul Heermann**, Berlin-Dahlem und Ingenieur **Gustav Durst**, Fabrikdirektor, Konstanz a. B. Zweite Auflage von „Anlage, Ausbau und Einrichtungen von Färberei-, Bleicherei- und Appretur-Betrieben“ von Prof. Dr. Paul Heermann. Mit 91 Textabbildungen. VI, 164 Seiten. 1922. Gebunden RM 7.50

Technologie der Textilveredelung.

Von Prof. Dr. **Paul Heermann**, früher Abteilungsleiter der Textilabteilung am Staatlichen Materialprüfungsamt in Berlin-Dahlem. Zweite, erweiterte Auflage. Mit 204 Textabbildungen und einer Farrentafel. XII, 656 Seiten. 1926. Gebunden RM 33.—

Färberei- und textilchemische Untersuchungen.

Anleitung zur chemischen Untersuchung und Bewertung der Rohstoffe, Hilfsmittel und Erzeugnisse der Textilveredelungsindustrie. Von Prof. Dr. **Paul Heermann**, früher Abteilungsleiter der Textilabteilung am Staatl. Materialprüfungsamt in Berlin-Dahlem. Vereinigte vierte Auflage der „Färberei-chemischen Untersuchungen“ und der „Koloristischen und textilchemischen Untersuchungen“. Mit 8 Textabbildungen. X, 370 Seiten. 1923. Gebunden RM 15.—

Die Kunstseide und andere seidengänzende Fasern.

Von Dr. techn. **Franz Reinthaler**, a. o. Professor an der Hochschule für Welthandel, Wien. Mit 102 Abbildungen im Text. VI, 166 Seiten. 1926. Gebunden RM 14.40

Die künstliche Seide, ihre Herstellung und Verwendung.

ihre Herstellung und Verwendung. Mit besonderer Berücksichtigung der Patent-Literatur bearbeitet von Dr. **K. Süvern**, Geh. Regierungsrat. Fünfte, stark vermehrte Auflage. Unter Mitarbeit von Dr. H. Frederking. Mit 634 Textfiguren. XX, 1108 Seiten. 1926. Gebunden RM 64.50

Die mikroskopische Untersuchung der Seide mit besonderer Berücksichtigung der Erzeugnisse der Kunstseidenindustrie. Von Prof. Dr. **Alois Herzog**, Vorsteher der Biologischen Abteilung am Deutschen Forschungsinstitut für Textilindustrie und Dozent an der Sächsischen Technischen Hochschule in Dresden. Mit 102 Abbildungen im Text und auf 4 farbigen Tafeln. VII, 197 Seiten. 1924. Gebunden RM 15.—

Die Herstellung und Verarbeitung der Viskose unter besonderer Berücksichtigung der Kunstseidenfabrikation. Von Ing.-Chemiker **Johann Eggert**. Mit 13 Textabbildungen. VI, 92 Seiten. 1926. RM 6.60

Die Kunstseide auf dem Weltmarkt. Von Dr. **Martin Hölken jr.**, Geschäftsführer der Hölken-Seide G. m. b. H. in Barmen. Mit 1 Diagramm im Text. IV, 82 Seiten. 1926. RM 3.90

Die neuzeitliche Seidenfärberei. Handbuch für Seidenfärbereien, Färbereischulen und Färbereilaboratorien. Von Dr. **Hermann Ley**, Färbereichemiker und Chemischer Beirat der Elberfeld-Barmer-Seiden-Trocknungsanstalt. Mit 13 Textabbildungen. VI, 160 Seiten. 1921. RM 6.—

Die Trockentechnik. Grundlagen, Berechnung, Ausführung und Betrieb der Trockeneinrichtungen. Von Dipl.-Ing. **M. Hirsch**, Beratender Ingenieur V. B. I. Mit 234 Textabbildungen, einer schwarzen und 2 zweifarbigen α -Tafeln für feuchte Luft. XIV, 366 Seiten. 1927. Gebunden RM 31.80

Von Naturwissenschaft zu Wirtschaft. Allgemeine und angewandte Pflanzenkunde. Von Dr. **Friedrich Tobler**, ord. Professor an der Sächs. Techn. Hochschule. Dresden. IV, 44 Seiten. 1926. RM 2.10

Das Mikroskop und seine Anwendung. Handbuch der praktischen Mikroskopie und Anleitung zu mikroskopischen Untersuchungen von Dr. **Hermann Hager**. In Gemeinschaft mit Geh. Reg.-Rat Prof. Dr. **O. Appel**, Berlin-Dahlem, Prof. Dr. **G. Brandes**, Dresden, und Privatdozent Dr. **E. K. Wolff**, Berlin, neu herausgegeben von Prof. Dr. **Friedrich Tobler**, Dresden. Dreizehnte, umgearbeitete Auflage. Mit 482 Abbildungen im Text. X, 374 Seiten. 1925. Gebunden RM 16.50

Die Saponine. Von Ludwig Kofler, Dr. med. et phil. et Mag. pharm., a. o. Professor für Pharmakognosie und Vorstand des Pharmakognostischen Institutes der Universität Innsbruck. Mit 7 Abbildungen und 19 Tabellen im Text. 288 Seiten. 1927. RM 18.80; gebunden RM 20.—

Methoden zur physiologischen Diagnostik der Kulturpflanzen, dargestellt am Buchweizen. Von Dr. **F. Merckenschlager**, Privatdozent an der Universität Kiel. 79 Seiten. 1926. (Sonderabdruck aus „Fortschritte der Landwirtschaft“, I. Jahrgang, Heft 5—8, 11.) RM 1.80

Österreichische Botanische Zeitschrift, herausgegeben von Prof. Dr. **Richard Wettstein**, Wien, unter redaktioneller Mitarbeit von Prof. Dr. **Erwin Janchen**, Wien, und Prof. Dr. **Gustav Klein**, Wien. Erscheint in einem Gesamtumfang von jährlich etwa 20 Bogen, in einzeln berechneten Heften.