

Die klimatischen Grenzen des Ackerbaus

Von FRITZ JAEGER, Basel

Mit 1 Abbildung im Text

Ausgegeben am 30. November 1946

Denkschriften der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft
Mémoires de la Société Helvétique des Sciences Naturelles

Band LXXVI, Abh. 1.

Vol. LXXVI, Mém. 1.

Herausgegeben mit Subvention der Eidgenossenschaft von der Denkschriften-Kommission
(Präsident Prof. Dr. MAX GEIGER-HUBER, Schönbeinstr. 6, Basel) der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft

Druck von GEBRÜDER FRETZ AG., Zürich

Kommissionsverlag von GEBRÜDER FRETZ AG., Zürich

1 9 4 6

Die klimatischen Grenzen des Ackerbaus

Von FRITZ JAEGER, Basel

Mit 1 Abbildung im Text

Ausgegeben am 30. November 1946

Denkschriften der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft
Mémoires de la Société Helvétique des Sciences Naturelles

Band LXXVI, Abh. 1.

Vol. LXXVI, Mém. 1.

Herausgegeben mit Subvention der Eidgenossenschaft von der Denkschriften-Kommission
(Präsident Prof. Dr. MAX GEIGER-HUBER, Schönbeinstr. 6, Basel) der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft

Druck von GEBRÜDER FRETZ AG., Zürich

Kommissionsverlag von GEBRÜDER FRETZ AG., Zürich

1 9 4 6

ISBN 978-3-7643-8052-6
DOI 10.1007/978-3-0348-7391-8

ISBN 978-3-0348-7391-8 (eBook)

Inhaltsverzeichnis

	Seite
1. Art und Bedeutung der Grenzen	1
2. Besonderheiten der drei Grenzen	3
a) Die Polargrenze des Ackerbaus	3
b) Die Trockengrenze des Ackerbaus	3
c) Die Höhengrenze des Ackerbaus	4
3. Die Grenzen des Ackerbaus in Eurasien	5
a) Die Polargrenze	6
b) Die Trockengrenze	11
Ihr Verlauf S. 11. Anbaubedingungen S. 13	
c) Die Höhengrenze	16
Höhenlage S. 16. Anbaubedingungen S. 17	
4. Die Grenzen des Ackerbaus in Afrika	19
a) Die Trockengrenze	19
b) Die Höhengrenze	22
5. Die Grenzen des Ackerbaus in Australien und der Inselwelt	24
6. Die Grenzen des Ackerbaus in Nordamerika	25
a) Die Polargrenze	25
b) Die Trockengrenze	27
c) Die Höhengrenze	29
7. Die Grenzen des Ackerbaus in Südamerika	29
a) Die Höhengrenze	29
b) Die Polargrenze	32
c) Die Trockengrenze	32
8. Vergleichende Erörterung und Zusammenfassung	34
a) Verschiedenartige Grenzen des Anbaus	34
b) Verschiebung der Grenzen	35
c) Klimatische Bedingungen an den Grenzen	37
Polargrenze S. 37, Trockengrenze S. 39, Höhengrenze S. 42	
d) Kulturpflanzen an den Grenzen	43
Schriften	45

1. Art und Bedeutung der Grenzen

Die grundlegende geographische Wichtigkeit des Ackerbaus bedarf keiner Betonung. Nur wo der Mensch durch Ackerbau seine Nahrung gewinnen kann, da ist eine stärkere Nahrungserzeugung, eine dichtere Bevölkerung, eine geschlossene Kulturlandschaft möglich. Wohl kann der Mensch auch ausserhalb der Ackerbaugebiete leben, sei es durch nomadisierende Viehzucht oder rein aneignende Wirtschaftsformen wie Sammeln, Jagd, Fischerei, sei es an wichtigen Punkten in Bergbau- oder Verkehrssiedelungen, denen ihre Nahrung aus entfernten Gebieten geliefert werden muss. Aber da handelt es sich immer nur um wenige Menschen. Die Bevölkerungsdichte bleibt in Ländern ohne Ackerbau, die wir als Kümmergebiete bezeichnen wollen, stets unter 1 Einwohner/km², ja meist weit darunter. Eine Kulturlandschaft kann hier nicht entstehen, ausser an vereinzeltten Punkten, an Bergbau- oder Verkehrssiedelungen.

Da es sich beim Ackerbau um die Erzeugung organischer Wesen handelt, so ist er von deren Lebensbedingungen abhängig. Wo der Boden für die Kulturpflanzen des Menschen sich nicht eignet, wo das Klima zu kalt oder zu trocken ist, da ist der Anbau nicht möglich. Die Bodenbeschaffenheit wechselt rasch von Ort zu Ort, besonders in gebirgigen Landschaften. Das Klima erstreckt sich gleichmässiger über grosse Flächen und erlaubt auf riesigen geschlossenen Flächen den Anbau, auch wenn die Bodenbeschaffenheit zahlreiche örtliche Unterbrechungen hervorruft. Wo aber die klimatischen Grundlagen der Wärme und der Feuchtigkeit nicht mehr ausreichen, da hört der Anbau vollständig auf, da beginnen die Kümmergebiete. Die Kältengrenzen des Ackerbaus, sowohl die polare wie die Höhengrenze, haben daher schon lange die geographische Forschung beschäftigt.

Die Polargrenze des Getreidebaus pflegt in unsern Atlanten verzeichnet zu sein, den Höhengrenzen hat schon ALEXANDER VON HUMBOLDT grosse Aufmerksamkeit geschenkt. Im geographischen Jahrbuch von 1874 findet man eine Uebersicht über die Höhengrenze des Ackerbaus und andere Höhengrenzen in den verschiedensten Teilen der Erde.

Die Trockengrenze des Ackerbaus konnte aufmerksamen Reisenden nicht entgehen; HEINRICH BARTH z. B. erwähnt, wo er nach Durchquerung der Sahara die ersten Felder gefunden hat. Aber sie ist merkwürdigerweise niemals zusammenhängend verfolgt worden. Das liegt wohl daran, dass ja auch in den Trockengebieten der Ackerbau nicht ganz aufhört, sondern sogar Stellen überaus reichen Anbaus vorhanden sind, die Oasen. Die Trockengürtel sind nicht wie die Polarkappen Gebiete ohne jeglichen Anbau. Aber die Oasen sind nur winzige Stückchen in der riesigen Fläche der Steppen und Wüsten. Sie vermögen nicht, diesen eine dichte Bevölkerung zu geben oder sie zur Kulturlandschaft zu machen. Als Ganzes bleiben sie Kümmergebiete. Erst da wo der Ackerbau über die Fläche hin möglich ist, kann allenthalben die Bevölkerung sich verdichten und eine Kulturlandschaft entstehen. Das ist aber nur da der Fall, wo der Ackerbau ohne künstliche Bewässerung, nur durch den örtlichen Regenfall, möglich ist. Die Trockengrenze des Ackerbaus auf Regenfall ist die Grenze der besser bewohnten Länder gegen die Kümmergebiete. Sie verdient die gleiche Aufmerksamkeit wie die Polargrenze und die Höhengrenze des Ackerbaus. Alle drei Grenzen bedürfen noch genauerer Erforschung. Weder ihr Verlauf noch dessen Ursachen, die physischen und kulturellen

Anbaubedingungen an den Grenzen sind genügend bekannt. Hier sei versucht, eine vorläufige Uebersicht zu geben.

Die Polargrenze und die Trockengrenze des Ackerbaus trennen die grossen Anbau- und Kulturlandschaftsgürtel von den Gürteln der Naturlandschaften ohne Anbau. Wir können auf der Erde unterscheiden (1):

Die polaren Kümmergebiete ohne Anbau auf der Nord- und der Südhalbkugel;

Die beiden Anbaugürtel der gemässigten Zone auf der Nord- und auf der Südhalbkugel;

Die beiden Trockengürtel ohne Anbau auf der Nord- und Südhalbkugel;

Den tropischen Anbaugürtel.

Das ist die grundlegende anthropogeographische Gliederung der Erdoberfläche. Daraus ergibt sich die geographische Wichtigkeit dieser Gürtel und ihrer Grenzen.

Die Höhengrenze des Anbaus ist mehr örtlich, in den Gebirgen, anzutreffen. Sie umschliesst innerhalb der Anbaugürtel nichtanbaufähige Inseln.

Innerhalb der Anbaugürtel schränken noch andere physische und kulturelle Faktoren den Anbau ein.

Wo der Boden zu steinig, unfruchtbar oder zu nass ist, gedeihen keine Kulturpflanzen, wo er zu steil ist, kann der Mensch sie nicht anbauen und ernten. In der Nähe der Kältengrenze und erst recht jenseits derselben sind nur günstig bestrahlte Hänge, «Wärmeoasen», anbaufähig. In der Nähe der Trockengrenze spielt die Wasseraufnahmefähigkeit des Bodens eine wichtige Rolle. Gröber gekörnter Boden hält das zugeführte Wasser besser als sehr feinkörniger und dichtgelagerter, in dem es durch Anziehung der Bodenteilchen zur Oberfläche steigt und verdunstet. Auch vermag lockerer Boden bei feuchter Luft, etwa an Meeresküsten wie an der tunesischen Syrtenküste, Feuchtigkeit aus der Luft zu kondensieren, sei es als Tau auf dem Boden, sei es unterirdisch in der Bodenluft, und so den Pflanzen Wassermengen zuzuführen, die den Regenfall ergänzen.

Auch biologische Faktoren, wie Schmarotzer, Krankheiten, Unkraut schränken die Anbaumöglichkeiten ein. Aus diesen Gründen ergeben sich viele örtliche Unterbrechungen des Anbaus, die nur bei örtlichen Betrachtungen berücksichtigt werden können.

Ausser den physischen hat der Ackerbau kulturbedingte Grenzen an Stellen, wo die Natur seine weitere Ausdehnung erlauben würde. Das ist überall da der Fall, wo anbaufähige Landstriche unbewohnt sind. In der Kalahari Südafrikas und in Ostafrika bleiben, wie FALKNER und GILLMAN (1a) nachweisen, anbaufähige Landstriche unbesiedelt aus Mangel an Trinkwasser. Auch die Schlafkrankheit hat zur Entvölkerung grosser Gebiete geführt.

Ausgedehnte anbaufähige Gebiete sind noch fast unbesiedelt und gänzlich unkultiviert, so der Norden Australiens, grosse Urwaldgebiete Amazoniens. Aus sehr verkehrsentlegenen Gegenden können die landwirtschaftlichen Erzeugnisse nicht zur Küste und von den Häfen nach den Verbrauchsländern gebracht werden. Kulturen, deren Früchte auf dem Weltmarkt verkauft werden sollen, können daher dort nicht angelegt werden. Darum sind Teile der Campos Innerbrasiliens noch reine Viehzuchtgebiete, obwohl sie anbaufähig sind.

Aus solchen Gründen zeigen nicht nur die Anbaugürtel viele örtliche Unterbrechungen, sondern es weichen auch die tatsächlichen Anbaugrenzen von den möglichen ab, in Australien, der Kalahari, Ostafrika, im Innern Südamerikas so stark, dass selbst unsere kleinmassstäbige Uebersichtskarte beide Grenzen angeben muss. Im übrigen wollen wir nur den Verlauf der klimabedingten Grenzen verfolgen.

2. Besonderheiten der drei Grenzen

a) Die Polargrenze des Ackerbaus

Alle durch das Klima bedingten Erscheinungen haben niemals scharfe Verbreitungsgrenzen, da die Klimagebiete ganz allmählich ineinander übergehen. Das gilt ganz besonders von der Polargrenze des Ackerbaus. Sie ist ein sehr breiter Saum, der die eigentlichen Ackerbaugebiete umrandet und in dem nur bei besonders günstigen Boden- und Auslagebedingungen, etwa in Wärmeoasen sonniger Hänge, noch hie und da Anbau vorkommt. Die Breite dieses Uebergangssaumes beträgt nicht weniger als 4 bis 20 Breitengrade. Er muss daher selbst auf Erdkarten kleinen Maßstabes ausgeschieden werden. Das hat HOLLSTEIN auf seiner Bonitierungskarte der Erde (2) getan. Er nennt den Grenzsaum die Zone des oasenhaften Ackerbaus. Wir müssen daher die Polargrenze des Ackerbaus aufspalten in zwei Grenzen, die den Gürtel vereinzelt Anbaus begrenzen. Diese sind im Norden die Verbindungslinie der äussersten Anbauvorkommen, im Süden die Verbreitungsgrenze grösserer Ackerbauflächen. Russische Forscher unterscheiden die biologische und die wirtschaftliche Grenze des Ackerbaus, die damit zusammenfallen dürften. Natürlich ist auch die wirtschaftliche Polargrenze des Ackerbaus nicht scharf zu ziehen. Stünden genügend statistische Angaben zur Verfügung, so könnte man eine statistisch definierte Grenze etwa da ziehen, wo 5% der Gesamtfläche als Ackerland dienen. So aber sind wir auf eine willkürlichere Grenzziehung angewiesen. Immerhin lässt sich die Grenze in Sibirien auf dem Sowjetatlas (3), der die Grösse der angebauten Fläche durch Punkte angibt, (5000 ha = 1 Punkt) deutlich erkennen. Die dichte Streuung der Punkte endet an einer verhältnismässig scharfen Grenzlinie.

Bei beiden Grenzen ist zu beachten, dass die äussersten Möglichkeiten noch nicht erreicht sind. Die Tatsache, dass in den letzten Jahrzehnten sowohl in Kanada und Alaska, wie in Sibirien an zahlreichen vorher unbewohnten Orten ein bescheidener Anbau mit Erfolg betrieben werden konnte, lässt erwarten, dass sich noch manche solcher Punkte finden werden. Ähnlich ist es an der Verbreitungsgrenze grösserer Ackerbauflächen. In Kanada und Sibirien ist der Boden noch lange nicht so ausgenutzt, wie in Schweden und Finnland.

Diesen Gürtel vereinzelt Anbaus rechnen wir zu den Kümmergebieten, ebenso wie die Trockengebiete mit vereinzelt Oasen. Als Grenze des Anbaugürtels, als die eigentliche Polargrenze des Ackerbaus, sehen wir die wirtschaftliche Grenze, die Verbreitungsgrenze grösserer Ackerbauflächen an. Beide Grenzen sind auf unserer Karte eingezeichnet.

b) Die Trockengrenze des Ackerbaus

Die Trockengrenze des Ackerbaus umrahmt den Trockengürtel und grenzt ihn ab einerseits gegen den Anbaugürtel der gemässigten Zone, andererseits gegen den der Tropen. Daher ist bei ähnlichen Feuchtigkeitsverhältnissen das Klima an der Trockengrenze doch sehr verschieden. An der Polarseite des Trockengürtels herrschen Temperaturen der gemässigten Zone, an seiner äquatorialen Seite Temperaturen der Tropen. Während an der Polargrenze des Ackerbaus auf der ganzen Welt etwa dieselben Kulturen angebaut werden, baut man an seiner Trockengrenze auf der Polarseite des Trockengürtels Gewächse der gemässigten Zone wie Weizen, Gerste, Mais, Sonnenblumen, Kürbisse, an seiner äquatorialen Seite aber Gewächse der Tropen wie tropische Hirsearten und Erdnuss.

Auch die Trockengrenze ist ein klimatischer Uebergangssaum, wenn auch nirgends so breit wie der der Polargrenze. Man hat auch sie stellenweise in zwei Grenzen aufspalten können,

die der äussersten Vorkommen des Anbaus ohne künstliche Bewässerung und die des Vorkommens grösserer Ackerflächen.

Die der natürlichen Pflanzenwelt und den Kulturpflanzen zur Verfügung stehende Wassermenge hängt nicht nur von der Niederschlagsmenge ab, sondern auch von der Verdunstung, die von manchen andern Klimafaktoren bestimmt wird, in erster Linie von der Temperatur. Ebensovienig, wie die in der physischen Geographie so grundlegende PENCKSche Trockengrenze (4), die Gleichgewichtslinie zwischen Niederschlag und Verdunstung, folgt die Trockengrenze des Ackerbaus einer bestimmten Regengleiche. Sie richtet sich vielmehr nach einer bestimmten Beziehung zwischen Niederschlag und Verdunstung. Da sich aber die wirkliche Verdunstung eines Ortes nicht messen lässt, so kann man auch nicht aus Niederschlags- und Verdunstungsmessungen die Trockengrenze bestimmen, sondern muss sich an den Faktor halten, der die Verdunstung in erster Linie bestimmt, die Temperatur. Bei hohen Temperaturen verdunstet viel, so dass erheblich grössere Niederschlagsmengen erforderlich sind, als bei niedrigen. In Nordsibirien sind Landschaften mit weniger als 200 mm Jahresniederschlag noch ausgesprochen feucht, sie haben grosse dauernde Flüsse und Seen und Sümpfe. In Mitteleuropa liegt die PENCKSche Trockengrenze bei etwa 400 mm, in Algerien bei 500 mm, in den Tropen bei 1000 bis 1100 mm. Die Grenze des Regenfeldbaus liegt in der Ukraine bei 250, in Algerien bei 350, in Sudan bei etwa 400 mm Jahresniederschlag.

Es kommt aber nicht nur auf die Jahresmenge des Niederschlags an, sondern auch auf die jahreszeitliche Verteilung und ihr Verhältnis zum Temperaturgang. Wo auch der Winter nicht zu kühl ist für die Entfaltung der Pflanzen, wie im subtropischen Winterregenklima, da geben die Winterniederschläge viel mehr aus, als die gleiche Menge sommerlicher Regen, weil von diesen sehr viel mehr verdunstet. Bei geringer Jahresmenge kommt es namentlich darauf an, dass in den ersten Monaten der Vegetationsperiode genügend Regen fällt. In Südafrika gedeiht der Mais nur, wo mindestens 3 Monate mit mindestens 75 mm aufeinander folgen (5). Die Unregelmässigkeit des Niederschlags in der Nähe der Trockengrenze führt oft zu Missernten und ist ein Grund, der ihren Verlauf mitbestimmt. Könnte man mit Sicherheit auf die bescheidenen Durchschnittsregenmengen rechnen, so könnte der Anbau mancherorts mit noch geringerem Regenfall auskommen.

Eigentümlicherweise ist die Grenzlinie des Trockengürtels ökologisch gar nicht überall eine Trockengrenze. Wo Hochgebirge das Trockengebiet ohne Regenackerbau begrenzen, wie der Himalaja, die westchinesischen Gebirge, teilweise auch die Kordilleren Südamerikas, da endet der Ackerbau gegen das Trockengebiet schon auf der feuchten Seite des Gebirges, aber nicht wegen der Trockenheit, sondern wegen der Kälte der Höhe. Wir haben es also mit der Höhengrenze des Ackerbaus zu tun. Aber diese begrenzt zugleich den Trockengürtel ohne Anbau, da auf der Trockenseite des Gebirges auch in tieferer Lage kein Anbau mehr möglich ist.

c) Die Höhengrenze des Ackerbaus

In einer gewissen Höhe der Gebirge findet der Ackerbau wegen zu geringer Wärme seine Grenze. Die Höhengrenze ist also wie die Polargrenze eine Kältengrenze. Die Polargrenze und die Trockengrenze grenzen riesige Erdräume ab und scheiden sie vom Ackerbau aus. Die Höhengrenze dagegen scheidet nur die Gebirgshöhen aus, die niemals so ausgedehnt sind, sondern Inseln beschränkter Ausdehnung innerhalb der anbaufähigen Räume bilden. Auf unserer Karte können wir diese Inseln nur andeuten, aber nicht die Höhengrenze des Anbaus genauer ziehen. Das ist Karten grösseren Maßstabes vorbehalten. Wie die Höhengrenze je nach dem Klima höher oder tiefer liegt, werden wir an Beispielen kennenlernen.

Hier sei hervorgehoben, dass nicht wenige Gebirge zwei Höhengrenzen des Ackerbaus zeigen, eine obere und eine untere, die aber ökologisch ganz verschiedene Bedeutung haben. Wo eine Pflanze oder eine Vegetationsformation zwei Höhengrenzen hat, da ist die obere die Kältengrenze, die untere die Wärmegrenze ihrer Verbreitung, wenn auch nicht unmittelbar die zu hohe Wärme, sondern der Wettbewerb besser angepasster Arten ihre Verbreitung nach unten beschränken mag. Der Ackerbau aber hat keine Wärmegrenze, sondern es werden im Tiefland eben wärmeliebende Gewächse angebaut. Wohl aber hat er eine untere Grenze in den Gebirgen der Trockengebiete, die erst von einer gewissen Höhe ab genug Niederschlag für den Ackerbau empfangen. Diese untere Grenze ist also eine Trockengrenze. In diesen Gebirgen umschlingt daher ein Anbaugürtel zwischen der Trockengrenze und der Höhengrenze des Anbaus die Hänge der Berge. Je trockener das Gebiet, desto grösser ist die Höhe, in der genügend Niederschlag fällt, desto höher liegt die Trockengrenze des Ackerbaus. Wo sie so hoch ansteigt, dass sie mit der obern Höhengrenze zusammentrifft, wie z. B. im Altyntagh, dem nördlichen Randgebirge des tibetanischen Hochlandes, da ist auch im Gebirge kein Anbau mehr möglich.

Gebirge erschweren durch steile Hänge und mangelnden Lockerboden den Anbau und die Besiedelung. Daher kommt es, dass in sehr vielen Gebirgen der Ackerbau gar nicht bis zu seiner klimatischen Höhengrenze reicht.

3. Die Grenzen des Ackerbaus in Eurasien¹

Nach seiner landwirtschaftlichen Nutzbarkeit kann man den eurasiatischen Kontinent in vier grosse Räume einteilen: 1. Das europäisch-sibirische Anbaugesbiet. 2. Das monsunasiatische Anbaugesbiet. 3. Das Kümmergebiet des hohen Nordens in Europa und Asien ohne oder mit ganz vereinzelt Anbauflächen. 4. Das Kümmergebiet der Wüsten in Vorderasien und in Innerasien, mit Einschluss des aralokaspischen Tieflandes und der vorderindischen Wüste. Nur ein schmaler Streifen anbaufähigen Landes, durch den die sibirische Eisenbahn führt, verbindet das monsunasiatische Anbau- und Kulturgebiet zwischen den beiden Kümmergebietern hindurch mit dem europäischen. Diese Anordnung ist wohl die wichtigste Naturgrundlage der Kulturentwicklung in Eurasien.

Die Anbaufähigkeit wird weiter beeinträchtigt durch die Gebirge. Im europäischen wie im monsunasiatischen Raum ragen viele Hoch- und Mittelgebirge über die Höhengrenze des Ackerbaus empor und bilden kleinere, nicht anbaufähige Inseln in diesen Kulturgebieten. Die gewaltigsten Gebirge des Kontinents und der ganzen Erde liegen jedoch im nichtanbaufähigen Trockengebiet oder an seinen Grenzen. Zum grossen Teil verursachen sie die Trockenheit, indem sie die inneren Teile des Kontinents gegen regenbringende Winde abschirmen. Andererseits sind sie Regenfänger und erheben sich als feuchtere Inseln aus Steppen und Wüsten. So entstehen anbaufähige Inseln und Halbinseln im Kümmergebiet der Wüsten, z. B. in Südarabien Jemen und das Gebirge von Oman, ferner der nordwestliche Teil des südiranischen Randgebirges. An den Luvseiten der Hochgebirge, besonders am nordiranischen Randgebirge und an den Westhängen des Tienschan- und Altai-systems zieht ein schmaler anbaufähiger Streifen entlang, der nach unten gegen die Steppen und Wüsten durch die Trockengrenze, nach oben gegen das Höhenweideland durch die Höhengrenze des Ackerbaus begrenzt wird.

¹) Meinem Sohn, Dr. WALTER JAEGER, verdanke ich Uebersetzungen und Auszüge aus einer ganzen Anzahl russischer Schriften über den Ackerbau Sowjetrusslands.

a) Die Polargrenze

Im ozeanischen Klima der norwegischen Küste erreicht der Ackerbau seinen nördlichsten Punkt auf der ganzen Erde. Noch bei Hammerfest unter 71° n. Br. gedeihen Gerste, Hafer und Kartoffeln. Der Anbau von Roggen reicht bis $69\frac{1}{2}^\circ$, der von Weizen bis $65\frac{1}{2}^\circ$ (38). Grössere Anbauflächen finden sich aber erst in Südnorwegen, in der Landschaft Jaederen an der Westküste und in den niedrigen Landstrichen des Südostens, der Gegend von Oslo. In Schweden reicht der Ackerbau bis zum 68. Breitengrad, am weitesten gehen Kartoffeln und Futterrüben. Nur die hohen Landesteile gegen die norwegische Grenze sind ausgenommen. Aber nur Süd- und Mittelschweden etwa bis zum 61. Grad hat grössere Anbauflächen (6). Doch hängt in Schweden die Verbreitung des Anbaus in erster Linie von der Bodenbeschaffenheit ab. Fast aller anbaufähige Boden besteht aus Mergeln, die vom nacheiszeitlichen Meere in den niedrigen Landstrichen Schwedens abgesetzt sind. In Finnland hat nur der südliche Landstrich, südlich des Moränenzuges der Salpauselkä, umfangreicheren Anbau, aber vereinzelter Ackerbau reicht weit nordwärts.

Über die Verbreitung des Ackerbaus im Russischen Reich gibt die Landwirtschaftskarte des Sowjetatlas (3) klare Auskunft. Sie stellt die Grösse der Anbauflächen durch Punkte dar, 1 Punkt = 5000 ha. Gelbe Punkte bezeichnen die Fläche von 1916, rote den Zuwachs bis 1935. Die Punkte sind keineswegs, wie man erwarten könnte, nach N immer lockerer gestreut, sondern die bebauten Landstriche heben sich mit recht scharfen Grenzen heraus. Jenseits der Grenze aber gibt es bis in weit nördlichere Gegenden noch vereinzelt Anbau. Meist ist dann statt eines Punktes ein – angegeben, was weniger als 2500 ha Anbaufläche bedeutet. Dazu ist die polare Verbreitungsgrenze des Anbaus für 1916 und für 1935 eingetragen. Diese ist gegenüber 1916 bedeutend nach N verschoben. Auf dem 140. Meridian z. B. verlief sie 1916 an der Amurmündung unter 53° Breite, die von 1935 dagegen wird bei 68° angegeben. Nördlich dieser Nordgrenze sind noch «einzelne Landwirtschaftsherde» ohne Flächenangabe eingetragen. Diese einzelnen Herde liegen im europäischen Russland und im Obgebiet noch nördlich des Polarkreises, an der untern Lena und Jana auf etwa 71° , an der Kolyma und weiter ostwärts zwischen 62 und 69° , also sogar im Gebiet der Tundra. Die nördliche Grenze des Getreideanbaus in Sibirien ist nach TSCHELINZEV (7) noch wenig bestimmt, da das Land noch zu wenig kolonisiert ist, als dass die landwirtschaftlichen Möglichkeiten der Taiga schon ganz geklärt wären.

Die Polargrenze des äussersten Ackerbaus schliesst noch die Halbinsel Kola mit Ausnahme des Nordostsaumes ein, zieht am Weissen Meer etwa am Polarkreis entlang bis an den Ob, läuft vom Ob bis zur Lena zwischen 64 und 62 Grad, nur in den Tälern des Jenissei und der Lena weiter nordwärts vorstossend. In der Gegend von Werchojansk erreicht sie 68° , schliesst also den sibirischen Kältepol mit ein, und sinkt am Ochotskischen Meer auf etwa 60° herab.

Die Polargrenze grösserer Anbauflächen lässt sich in Skandinavien und Finnland etwa von Oslo über die Alandsinseln und die Salpauselkämoränen nach Wiburg und Leningrad legen, sodass Süd- und Mittelschweden und der Südsaum Finnlands zu den Ackerbauländern gehören. Im europäischen Russland kann man sie nach dem Sowjetatlas längs des 60. Breitengrads ziehen, in Westsibirien stärker auf- und absteigend etwa längs des 58. Breitengrades bis an die Angara, dann östlich des Baikalsees etwa unter 52° bis ins Amurtiefeland und dann südwärts nach Wladiwostock (42°). Von den Inseln gehört Hokkaido noch zu den Gebieten grösserer Anbauflächen, Sachalin aber zu den Kümmergebieten. Diese Grenze fällt einigermaßen zusammen mit der alten, schon in vorrussischer Zeit vorhandenen Nordgrenze des Ackerbaus, die E. WERTH beschrieben hat (8).

Der Kümmergeürtel mit ganz vereinzelt Anbauflächen umfasst also ganz Norwegen von 59 bis 71° , wo wohl nur die kleine Landschaft Jaederen als Ackerbaulandschaft angesehen

werden kann. Im europäischen Russland und in Westsibirien mit Ausnahme des Jenisseitales hat er eine Breite von 6 bis 7 Breitengraden, im fernen Osten erreicht er eine solche von 25 Breitengraden, von Wladiwostok bis über den Polarkreis!

Unter welchen Bedingungen findet der Ackerbau an seiner Polargrenze statt? Welche Klima- und anderen Faktoren bestimmen sein Aufhören? Welche Gewächse werden dort angebaut? Durch welche Anbaumethoden wird das ermöglicht?

In der Landschaft Jaederen an der SW-Küste Norwegens beträgt das Januarmittel $+1$ bis $+2^{\circ}$ C; der Sommer bleibt mit 14° ziemlich kühl. Die geringe Winterkälte gestattet das ganze Jahr über die Arbeit auf den Feldern, ja es kann alle zwölf Monate des Jahres hindurch die eine oder andere Kulturpflanze gesät werden. Korn, Heu und Erbsen geben auf dem fruchtbaren Moränenboden einen viel höheren Ernteertrag als im übrigen Norwegen, während er für Kartoffeln und Steckrüben unter dem Landesdurchschnitt bleibt, da diese Gewächse ein trockneres und sonnigeres Klima benötigen. Die feuchten Seewinde bringen Niederschläge von 1000 bis 1400 mm im Jahr. Der heftige Wind erschwert sehr die Aufforstung. Die Kulturen sind anscheinend durch die zu Zyklopenmauern aufgebauten Lesesteine hinreichend gegen den Wind geschützt. Hier sind etwa 80 km^2 mit Hafer, 30 km^2 mit Kartoffeln, 10 km^2 mit Gerste, 20 km^2 mit Weizen, Roggen, Rüben, Gärten usw. bedeckt. Den grössten Teil der landwirtschaftlichen Fläche nehmen die Kunstwiesen mit 200 km^2 ein, denn für Wiesenbau und Viehzucht ist das niederschlagsreiche, wintermilde Klima besonders günstig. Dieser landwirtschaftlichen Blüte entsprechend hat Jaederen auch eine weit grössere Volksdichte, als sonst Norwegen, nämlich in den einzelnen ländlichen Gemeinden 20 bis 50 Einwohner/ km^2 (9).

In Sowjetrussland reicht der Ackerbau weit in die Taiga, den Nadelwaldgürtel, hinein und findet in Ostsibirien auch über ewig gefrorenem Boden statt. Der überaus strenge und lange Winter, eine mittlere Jahrestemperatur von $-10,7$ Grad, hindert ihn nicht, wenn nur die Sommerwärme ausreicht. Über das europäische Russland entnehme ich H. WALTERS Darstellung (10) folgende Angaben: Hauptanbaugebiet des Winterweizens ist das Schwarzerde-Waldsteppengebiet. Bei Anwendung moderner Anbaumethoden, richtiger Fruchtfolge und Düngung sind auch die Erträge ausserhalb der Schwarzerdezone im ganzen Gebiet des Mischwaldes nicht geringer als im Hauptanbaugebiet. Winterweizenanbau ist hier überall möglich. An der Grenze gegen das Nadelwaldgebiet sinken die Erträge stark. Sommerweizen kann noch weiter nördlich gebaut werden, selbst bis in die nördliche Nadelwaldzone hinein. Die Weizengrenze wird durch neue Züchtungen immer weiter nordwärts geschoben. Doch dürfte sich der Anbau bei besserer Verkehrserschliessung dieser Zone kaum lohnen. Im Osten muss man durch Windschutz verhindern, dass der Schnee von den Feldern verweht und der Boden zu sehr ausgekühlt wird.

Wo im Norden Weizen nicht mehr gedeiht, treten an seine Stelle Hafer und Gerste. Sie können selbst in den fast arktischen Gebieten gebaut werden. Jarowisieren — d. h. eine Vorbehandlung und Vorkeimen des Samens, so dass die Vegetationszeit auf dem Acker verkürzt wird — führt dabei zu einer Ertragssteigerung von 20 bis 30%. Im Petschoragebiet verläuft die Getreidegrenze unter 66° . Noch weiter nordwärts als das Getreide können Kartoffeln und Gemüse angebaut werden, wie die arktische Versuchsstation auf Kola bewiesen hat. Es ist dort gelungen, die Frage des Gemüseanbaus zu lösen. Die Kartoffeln lässt man vor dem Aussetzen in Kästen 40 bis 45 Tage vorkeimen. Bei frühen Sorten erzielt man dann Erträge von 300 q/ha. Mohrrüben müssen an warmen Hängen ausgesät werden. Die Erträge von Kohlrüben, Kohl und Rettich konnten durch Selektion erhöht werden. Heute werden in der russischen Arktis 27 000 ha mit Kartoffeln und 6000 ha mit Gemüse bestellt. Auch von der Anzucht unter Glas wird viel Gebrauch gemacht.

Auch in Kola haben nur die Monate Mai bis September eine Mitteltemperatur über 0° , der Juli nur $12,5^{\circ}$, Jahresmittel $-0,7^{\circ}$, keine Gefrorenis. Die lange Belichtung im Sommer

(unter $68^{\circ}53'$) begünstigt hier den Anbau. Bei der Stadt Mezen, 66° n. Br., in der Tundra an der Ostseite des Weissen Meeres sah TANFILIEW 1892 Gerstenfelder. Ausser Gerste werden Kartoffeln, Rettich, Radieschen, Zwiebeln, Rüben und Fenchel angebaut. Beim Fluss Pescha, der halbwegs zwischen Weissem Meer und Petschora ins nördliche Eismeer fliesst, wird die Gerste teilweise durch den Frost vernichtet, aber es gelingt noch immer der Anbau von Rettich, Zwiebeln, weissen Rüben und teilweise von Kartoffeln. In der Umgebung von Pustozersk an der Petschora ($67\frac{1}{2}^{\circ}$) reift Gerste nicht alle Jahre, aber man baut dort Kartoffeln, Rettich, Zwiebeln und Rüben an. Aber die Bewohner der Tundra leben nicht von Ackerbau, sondern von Fischerei, Jagd und besonders Rentierzucht (10a).

Im nördlichen Ural, im Rayon Surgut, haben Anbauversuche Einzelner gute Ergebnisse gehabt: Es gediehen Gerste, Roggen, Weizen, Hafer, Flachs, Hanf. Ebenso im Kondabecken, an der nördlichen Soswa und am Ljapin. Doch konnte sich dieser Anbau bisher nicht weiter entwickeln, weil Pelztierfang, Fischfang, Rentierzucht leichtere und höhere Erträge geben (11).

Vom Ackerbau in der Westsibirischen Tiefebene berichtet POHLE (12), dass er bei der Reise den Irtysh abwärts oberhalb des Dorfes Samarovo, also in etwa 61° , die Nordgrenze des Ackerbaus überschritten habe. Damit ist aber die mögliche Nordgrenze nicht erreicht, sondern an günstigen Stellen kann bis 64° Ackerbau getrieben werden. «Es gibt eine Landwirtschaft des höheren Nordens, die sich ebensoweit nordwärts erstrecken kann, als das Vorkommen forstlich nutzbarer Kiefern reicht. Sie beruht auf dem Anbau von Kartoffeln, Kohlrüben und Gerste und wird dann möglich, wenn nordische, in dem betreffenden Klima entstandene Rassen der Kulturpflanzen verwandt und die Plätze ausgesucht werden, die der Nachtfrostgefahr nicht ausgesetzt sind, d. h. Hänge, von denen die kalte Luft abströmt. Bei Beresof (64° n. Br. am Ob) brauchte die Gerste im Jahre 1913 bis zur Ernte 80 Tage und bei Saran Paul ($60^{\circ}13'$) im Gebiet der oberen Soswa bauen die Syrjänen seit Jahren ihre aus dem Petschoralande stammende Gerste an, die ihnen das zehnte Korn liefert. Wegen der Nachtfrostgefahr kann der Feldbau in höheren Breiten für weite ebene Flächen nicht in Frage kommen. . . »
« . . die einzelnen Wirtschaftszweige bauen sich zonal auf. Ackerbau und Waldwirtschaft können betrieben werden bis zum $64.$ Parallel-, Viehzucht mit Hilfe der überschwemmten Wiesen bis zum Polarkreis, Rentierwirtschaft in der Tundra (sie kann auch südlich davon auf die Lärchenzone ausgedehnt werden), Jagd und Fischfang im ganzen Gebiet.»

Nach ZINSERLING (13) hat die Landwirtschaft im westlichen Sibirien ihre natürlichen Grenzen bei weitem noch nicht erreicht. Mit der Verbesserung der Mittel der Bodenbearbeitung, der Trockenlegung, der Entwicklung der Verkehrswege und der Verstärkung der Kolonisation im Lande wird die Landwirtschaft wahrscheinlich weiter nach Norden vordringen. Man kann sagen, dass die Landwirtschaft der Waldzone angehört und die Grenze diese Zone gewöhnlich nicht überschreitet, doch ist eine unmittelbare Verbindung zwischen Nordgrenze der Landwirtschaft und Waldgrenze nicht vorhanden. Nur der Gemüsebau geht stellenweise in die Tundra.

Dem Handbuch der Klimatologie (14) entnehme ich über die genannten westsibirischen Stationen Samarovo und Beresof folgende Daten: Beide haben nur in den Monaten Mai bis September Monatsdurchschnittstemperaturen von über 0° .

Samarovo	Juli 17,3	Jahr —2,2,	Jahresniederschlag 432 mm
Beresof	„ 15,7	„ —4,2,	„ 351 „

Gefronnis (Dauerfrostboden) kommt hier nicht vor.

In Jakutsk an der mittleren Lena unter 62° n. B., 108 m Meereshöhe, ja noch einen Breitengrad nördlicher, werden angebaut Sommerweizen, Sommerroggen, Gerste, Hafer, Melonen und Wassermelonen. Gerste und Weizen reifen in Jakutsk Mitte Juli (15). Das extrem kontinentale Klima von Jakutsk ist durch folgende Daten gekennzeichnet:

Jan.	Feb.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.	Jahr
—43,3	—36,2	—22,9	—8,5	5,2	15,3	19,1	14,9	5,9	—8,5	—28,7	—40,2	—10,7.

Fröste von -50° sind nicht selten, bisweilen sinkt das Thermometer auf -60° und darunter. Im Januar ist die Temperatur niemals über -9° gestiegen; im Sommer kommen Temperaturen von über 30° vor, ja fast 38° wurden in Jakutsk erreicht. Die absolute Schwankung beträgt beinahe 100° . Am Mittellauf der Lena ist der Sommer im allgemeinen heiss, wenig bewölkt, trocken, mit langer Sonnenscheindauer. Daher erreicht der Juli eine Mitteltemperatur von 19° wie sonst nirgends in dieser Breite. Die Tagesschwankungen der Luft sind im Sommer bedeutend. Die Lufttemperatur steigt bisweilen auf 35° und nach Sonnenuntergang sinkt das Thermometer auf 5° . Die Niederschläge betragen im mittleren Lenabecken 250 bis 150 mm. Jakutsk hat 187 mm. Die Hauptniederschläge fallen im Juni bis August. Die Wintermonate von November bis April erhalten nur 3 bis 10 mm monatlich, das Land ist also schneearm, daher kühlt der Boden sehr stark aus und hat Dauerfrostboden (Gefronnis).

Die Böden haben in der Gegend von Jakutsk auf der Terrasse, die die Talaue überragt, steppenhaften Charakter. Sie liegen auf kalkhaltigem lössähnlichem Ton, erinnern an Schwarzerde und sind mit Wiesen- und Steppengräsern bedeckt. Das erklärt sich einmal aus dem ziemlich trocknen Klima mit heissem Sommer, aber auch aus den karbonatreichen Gesteinen. Auch behindert die Gefronnis die Auswaschung des Bodens.

Der sehr viel strengere Winter gegenüber den westsibirischen Orten hindert also den Ackerbau nicht, der wärmere Sommer ist dem Anbau günstiger als dort.

Ja selbst im Gebiet des eigentlichen sibirischen Kältepol findet nicht nur Gartenbau statt, es wird sogar Weizen angebaut, allerdings auf winzigen Flächen. Nach KOMAROV (16) wird heute das Getreide mit Erfolg bis in die Aldanniederungen gebaut; der Getreidebau geht in das Janatal hinein, um bei Werchojansk den Kältepol zu erreichen. (Werchojansk: Januar $-50,1^{\circ}$, Juli $15,1$, Jahr $-16,1$, Niederschlag 128 mm, fast ganz im Sommer) (14). Angebaut werden Gerste, Weizen, Hafer und Roggen, selbstverständlich als Sommergetreide. Weizen wird in vier örtlich verschiedenen Rassen angebaut, von denen der sogenannte sibirische Weizen der härteste und am schnellsten reifende ist. Er wird sogar in Werchojansk angebaut. In dem 1932 angelegten, 0,7 ha grossen Gemüsegarten der Werchojansker Gemeinschaftsverpflegung gediehen Kohl, Kartoffeln, Mohrrüben, Steckrüben, Rübenkohl, Gurken, Rettich, Radieschen, ja sogar einige Tomaten. Von Rübenkohl, Kohl und Mohrrüben gelang es, an Ort und Stelle Samen zu ziehen (13a). Für 1934 war in Werchojansk eine Anbaufläche von 13 ha geplant. Eine ganze Reihe von einheimischen Pflanzen trägt essbare Beeren oder ist als Gemüse zu verwerten.

Im fernen Osten sind durch den Einfluss des Monsuns die Sommer wieder kühler, daher bleibt die Ackerbaugrenze hier weit zurück. H. ANGER beschreibt die Anbaubedingungen des fernen Ostens mit folgenden Worten (17): «Die Nordgrenze des Getreidebaus liegt im fernen Osten viel südlicher als in allen andern Teilen Sibiriens. Vom Witimknie an der Ost-ecke Burjätians verläuft sie bis zum Amur bei Reinowo und dann bis zum oberen Sejagebiet nach Osten. Dort wendet sie sich scharf nach Süden um und erreicht den Amur wieder bei Paschkowskij am Fusse des kleinen Chingan. Das ganze Tal des Amur bis zu seiner Mündung hat Ackerbau. Auf der rechten Seite des grossen Stromes verläuft die Grenze jedoch weiter nach Süd östlich des Ussuri bis vor die Tore von Wladiwostok, um hier im spitzen Winkel nach Nordost umzubiegen und im südlichsten Teil der Provinz Chabarowsk das Meer zu erreichen. Sie entfernt sich bei Wladiwostok so weit vom Pol, wie sonst nirgends auf der nördlichen Halbkugel.» (Die beschriebene Grenze ist die von 1916.) Kleine vorgeschobene Ackerbauinseln liegen an der Udabucht des Ochotskischen Meeres, auf Sachalin und auf Kamtschatka. Sie deuten darauf hin, dass die Nordgrenze des Ackerbaus bei zukünftiger intensiverer Kolonisation wohl noch weiter nach N verlegt werden kann. Die Ackerbauländer sind also im fernen Osten nicht sehr gross; sie sind genau identisch mit den Hauptbesiedelungsgebieten der Russen und der eingewanderten Ostasiaten. Diese Völker sind hier die Träger

des Acker- und Gemüsebaus. Die einzelnen Getreide- und Gemüsearten verteilten sich 1928 in Prozenten der Saatfläche folgendermassen: «Weizen 38, Hafer 25, Roggen 15, Buchweizen 5, Gerste 2, Bohnen 2, Kartoffeln 2, Gemüse 2, Futtergräser 2 und anderes. Der Ackerbau des fernen Ostens reicht nicht aus, um seine Bewohner zu ernähren; es wird Getreide aus dem Sibkrai eingeführt. Diese Einfuhr nimmt aber immer mehr ab. Reisbau existierte vor 1917 im Fernen Osten noch nicht und hat bis jetzt nur geringe Verbreitung gefunden.»

NOWAKOWSKY (18) gliedert den Fernen Osten in Klimaprovinzen und berichtet auch über deren Ackerbau. Die Wachstumsperiode erfordert eine Tagestemperatur von mindestens 6°. Die Summe der Tagestemperaturen über dem Gefrierpunkt während der Wachstumsperiode verwendet er als klimatischen Maßstab der Anbaufähigkeit. Unter günstigen Umständen genügen nach ihm schon 1000 Temperatureinheiten für den Ackerbau.

Im Anadyr-Tschukotsk-Gebiet dauert die Wachstumsperiode vom 4. Juni bis 10. September. Man hat 65 bis 90 frostfreie Tage. Die Summe der Temperatureinheiten beträgt 1204. Aber die hohe Feuchtigkeit und Bewölkung, die vielen Regentage und der Wind sind ungünstig. Versuche, Gemüse zu bauen, lohnten nicht.

Im Kamtschatkagebiet mit 1500 bis 1650 Temperatureinheiten ist der Getreidebau nicht gelungen. Die Saat erfriert unreif, bestenfalls gibt sie dürftigen Ertrag im September. Nach BONTSCH-OSMOLOVSKIJ (19) jedoch ist zwar im allgemeinen Landwirtschaft unmöglich, weil Nebel, Reif, kalter Tau, Fröste sogar in der Zeit der Getreideblüte sie verhindern und auch der Boden wenig geeignet ist. Aber es gibt zwischen Werchne-Kamtschatsk und Klutschewsk einen Schwarzerdestreifen von etwa 30 000 Desjatinen. An einem Orte in diesem Streifen baut man Gerste, Flachs, Hanf. Bessere Ergebnisse hat der Gemüsebau. Es wachsen befriedigend Kartoffel, Kohlrübe, Mohrrübe, Kohl, Rettich, Runkelrübe. Die Nachfrage nach Gemüse ist gering, daher auch der Gemüseanbau. Die Ernährung beruht auf dem Fisch. 1938 betrug die Anbaufläche der Halbinsel Kamtschatka gegen 2400 ha und es wurden bis zu 190 q Kartoffeln und 12 q Getreide je ha erzielt (19a).

Im Küstengebiet von Ochotsk, wo Treibeis und Nebel im Sommer die Temperatur herabdrücken und wo nur 1057 Temperatureinheiten erreicht werden, ist der Ackerbau ausgeschlossen ausser einem bisschen Gemüse.

Nikolajewsk am untersten Amur hat weniger Nebel. Es erhält in der Vegetationsperiode 1752 Temperatureinheiten, daher ist Ackerbau möglich. Ein Dorf bei Nikolajewsk versorgt sich vollständig selbst mit Ackerfrüchten. In 150 km Umkreis von Nikolajewsk reift Roggen, Hafer und Weizen. Koreanische Gärtner bauen bei der Stadt Gemüse. Der Ueberschuss wird sogar nach Chabarowsk und Blagowjeschtschensk geschickt.

In den kontinentalen Tiefländern des Amurgebiets ist natürlich Herbstbestellung wegen des strengen Winters ausgeschlossen. Blagowjeschtschensk hat 2380 Temperatureinheiten, aber die Sommerregen verhindern oft das Reifen, mangelnder Abfluss lässt oft die Pflanzen verfaulen. Die Hektarerträge in Sommerweizen und Sommerroggen übertreffen die in gleicher Breite (Kiew) in Russland. Gerste, Hafer, Buchweizen, Erbsen, Kartoffeln stehen den Erträgen von Kiew nach, aber denen von Transbaikalien weit voran. Zahlreiche Kollektive des Fernen Ostens erzielten hohe beständige Ernten, z. B. «Kalinin» Gau Chabarowsk 1937/38 auf 388 ha Anbaufläche durchschnittlich 10,14 q Getreide je ha (19b).

Im Ussurigebiet trennt das Sichota-Alin-Gebirge die neblige Küste vom sonnigen Innern. In Wladiwostok dauert die Vegetationsperiode 200 Tage, selbst im äussersten Norden des Ussurigebiets noch 100 Tage. Wladiwostok hat 2393, Chabarowsk 2554, Imperatorhafen 1612 Temperatureinheiten. Herbst- und Frühjahrsweizen, Roggen, Gerste, Hafer, Buchweizen, Hanf, Melonen, Wassermelonen, Gurken, alle Wurzelfrüchte gedeihen. Die zahlreichen koreanischen Einwanderer bauen Hirse, Bohnen und Mais. Reisbau wurde mit Erfolg versucht. Das ist die einzige Stelle auf Erden, wo an der Polargrenze des Ackerbaus Reis gebaut werden kann.

Das darf man als sicheres Zeichen dafür ansehen, dass hier die mögliche klimatische Anbaugrenze noch lange nicht erreicht ist.

Auf den Inselketten hat der Hokkaido, die japanische Nordinsel, noch reichen Anbau, sogar Anbau von Reis.

Auf Sachalin, in der Beckenlandschaft des Tymyflusses, gibt bei einem Januarmittel von $-23,4^{\circ}$ und einem Julimittel von $16,2^{\circ}$ Sommerweizen noch gute Ernten, aber die Anbauflächen sind sehr spärlich. Der Hafen Alexandrowsk hat in der Vegetationszeit, die vom 2. April bis 2. Oktober dauert, 1934 Temperatureinheiten, aber die salzigen Seenebel behindern den Anbau.

Auf den Aläuten hindert neben dem Klima die Beschaffenheit der Bodenkrume, die dünn und dabei überreich mit Feuchtigkeit gesättigt ist, der auch oft die Stickstoffsalze fehlen. Aber selbst hier gedeihen auf den meisten Inseln Salate, Radieschen, Kohl, allerlei Rüben und Möhren einigermassen gut, wensschon die letzteren recht wässrig werden. Auch Kartoffeln setzen ganz gut an, sofern die Bodenkrume nicht zu dünn ist, aber auch sie sind überreich an Feuchtigkeit (19c).

b) Die Trockengrenze

Ihr Verlauf. Die Trockengrenze des Ackerbaus umgrenzt das Trockengebiet Vorder- und Innerasiens gegen das europäische und das monsunasiatische Anbauggebiet. Von Vorderasien schlägt sie nur das syrische Küstenland, Kleinasien, Armenien und Kaukasien zu den anbaufähigen Ländern Europas und Südsibiriens. Im Indusgebiet greift das Trockengebiet auf die Monsunländer über.

Die Grenze des grossen Trockengebiets ohne Anbau wurde nach verschiedenen Karten und Angaben zusammengestellt, besonders nach dem Sowjetatlas (3), nach POLETIKA (20), GRAD-MANN (21), MACHATSCHK (22), VALKENBURG (23), HAUDE (24), KREBS (37), dem Handbuch der Geographischen Wissenschaft (25) und der Géographie Universelle (26). Die Angaben weichen erheblich voneinander ab, der Verlauf der Trockengrenze des Regenfeldbaus ist daher noch unsicher, besonders im Norden, zwischen Wolga und Khingangebirge. Sie verläuft von der Südostecke des Mittelmeers durch Syrien, das südliche Armenien, umzieht den NW-Teil des südiranischen Randgebirges und erreicht dann die Südwestecke des Kaspischen Meeres. Auf der Westseite dieses Binnensees ist das untere Tiefland des Aras und Kura und im Norden die Kalmückensteppe ohne Regenfeldbau, in Dagestan aber reicht er bis ans Ufer. Die Kirgisensteppe an der untern Wolga hat keinen Regenfeldbau. Die Trockengrenze trifft unterhalb von Stalingrad auf die Wolga und folgt weiter östlich etwa dem 50. Breitengrad bis zu den Gebirgen Hochasiens. Von da kann man sie am Nordabfall des Altai- und Sajangebirges entlang ziehen, dann vom Südende des Baikalsees im ganzen nach Osten, doch südwärts bis über den 50. Grad ausbiegend bis in die Gegend zwischen den Flüssen Schilka und Argun, dann nach SO zum Chingan, auf dessen westlicher Abdachung sie südwärts läuft. Nachdem sie dann den Hwanghobogen längs der chinesischen Mauer durchschnitten hat, zieht sie am Ostabfall des tibetanischen Hochlands entlang nach S und SO bis an den obern Brahmaputra. Sie zieht weiter auf der Südseite des Himalaja und Hindukusch entlang und von Kabul östlich des Indus zur Halbinsel Kathiavar. Von hier bis zur Landenge von Sues stösst das Gebiet ohne Regenfeldbau unmittelbar ans Meer.

Der Nordteil dieses Grenzverlaufs von der Wolga bis zum Chingan bedarf näherer Besprechung. Zwischen der Wolga und dem Altaigebirge können wir nach POLETIKA (20) eine doppelte Grenze unterscheiden, nämlich die Trockengrenze weltwirtschaftlich lohnenden Anbaus, die ganz ungefähr bei einem Jahresniederschlag von 300 mm verläuft, etwa über Uralsk, Orenburg, Omsk nach Semipalatinsk, und die äusserste Grenze des Ackerbaus auf Regenfall,

etwa bei 200 mm. Sie liegt an der Wolga oberhalb Astrachan und folgt, wenn auch mit beträchtlichen Abweichungen, etwa dem 50. Breitengrad bis Semipalatinsk. Aus den Anbaupunkten des Sowjetatlas entnimmt man eine Grenze, die ähnlich verläuft.

Am verwickeltsten und am wenigsten geklärt ist der Verlauf der Trockengrenze in der Nordmongolei, im Bereich der Gebirgssysteme des Altai und des Sajan, wo trockne Beckenlandschaften und feuchtere Waldgebirge eigentümlich ineinandergeschachtelt sind. Nach der Darstellung von GRENARD (26) wäre dieses ganze Gebiet nur Weideland der Nomaden. Der Ackerbau — von Oasen natürlich abgesehen — hört schon auf der Nordseite des Altai und Sajan auf und zwar an seiner Höhengrenze. Südlich des Sajan ist Tannu Tuwa, das Becken des obersten Jenissei, ein Land der Wanderhirten. Ackerbau wird sowohl von den eingeborenen Tuwa als auch von den eingewanderten Russen nur auf Bewässerung betrieben (27). Im Selengebiet aber, besonders zwischen Urga und Kiachta, gibt es auf Lössboden vereinzelte Äcker, wo Chinesen mit eingeborenen Hilfskräften Weizen, Gerste, Hirse und Erbsen anbauen (28). Nach HAUDE (24) zieht an den untern SW- und NO-Hängen des Mongolischen Altai und den südlichen Hängen des Changaigebirges ein anbaufähiger Landstrich entlang. Nördlich des Changai greifen Waldgebirge, Ackerbausteppen und trockne Weidensteppen der Becken mannigfach durcheinander. Er zieht daher im ganzen die Trockengrenze viel südlicher, nämlich am Fuss des mongolischen Altai und Changai entlang und dann über Urga bis zum 50. Breitengrad zwischen Schilka und Argun. Man darf seine Grenze als die Verbindungslinie der äussersten Anbauvorposten ansehen. Die allgemeine Grenze des Gebiets ohne Regenfeldbau möchte ich wie vorher angegeben nördlich des Altai und Sajan ziehen. Ökologisch ist diese Grenze, ebenso wie die an den Hochgebirgen von West-Szetschwan und am Himalaja die Höhengrenze des Anbaus.

Innerhalb des so umrahmten Trockengebiets bilden regenreichere Hochgebirge Inseln und weit vorspringende Halbinseln mit Ackerbau auf Regenfall. Das arabische Randhochland von Jemen und Asir und das Gebirge von Oman sind solche Ackerbauinseln. An den Gebirgen springt das Ackerbaugesamt halbinselartig in das Trockengebiet hinein, so an den Ketten des südiranischen und des nordiranischen Randgebirges und in vielgewundener Linie am Westrand der Tianschanketten und am Südrand der Altaiketten entlang. Hier handelt es sich um einen schmalen Ackerbaugürtel an den Gebirgshängen, der unten von der Trockengrenze, oben von der Höhengrenze des Ackerbaus eingeschlossen ist. Ausdrücklich sei hervorgehoben, dass, entgegen andern Angaben, im trocknen Innern Kleinasiens, um den See Tüs Tschöllü neben Viehzucht Trockenfeldbau getrieben wird. Unbewässerte Getreidefelder reichen an verschiedenen Stellen fast bis zum Hochwasserrande des Sees (28a).

Höchst eigenartige Klimabedingungen des Anbaus finden wir im oberen Industal, das als ganzes eine Insel des Regenfeldbaus im grossen Trockengebiet bildet. Diese Insel ist nicht von der Trockengrenze umschlossen, sondern endet auf den Hängen des Himalaja und des Karakorum-Transhimalaja an der Höhengrenze des Ackerbaus. Der Regenfeldbau ist jedoch auf die Hänge mittlerer Höhenlage beschränkt. Die tieferen Teile des Industals sind im Regenschatten der hohen Gebirge dafür viel zu trocken, dort ist Anbau nur mit Bewässerung möglich. Die Regenfeldbauinsel des Industals umschliesst also selbst wieder eine Insel ohne Regenfeldbau, von der sie durch die Trockengrenze des Anbaus geschieden ist. Steigt man vom Indusfluss an den Hängen des Himalaja oder des Karakorum auf, so befindet man sich unten im Wüstengebiet ohne Regenfeldbau, kommt dann nach Überschreitung der Trockengrenze in den Anbaugürtel, den man wieder verlässt, wo die Kälte dem Anbau eine Höhengrenze setzt. Der Regenfeldbau ist auf beiden Talseiten auf den schmalen Höhengürtel zwischen Trockengrenze und Höhengrenze des Anbaus beschränkt. Ähnliche Trockeninseln wie im obern Industal, wo der Anbau künstliche Bewässerung erfordert, finden wir in den tiefen Tälern, die in den chinesischen Provinzen Yünnan und Szetschwan die überaus feuchten Hänge des Südostabfalls des tibetischen Hochlandes zerschluchten (54).

Anbaubedingungen. Über die Anbaubedingungen nahe der Trockengrenze geben uns verschiedene russische und deutsche Forscher Auskunft (29—34, 20, 22). Um sie zu verstehen, müssen wir die Abstufungen der Trockenheit in ihren Wirkungen auf Boden und Vegetation betrachten. Von N nach S folgen immer trocknere Klima-, Boden- und Vegetationsgürtel aufeinander. An der Linie Kiew—Kaluga—Gorki—Kasan—Swerdlowsk—Tomsk hört der feuchte Waldgürtel mit Podsolboden auf. Südwärts beginnt bei einem Jahresniederschlag von 500 bis 400 mm die Waldsteppe, d. h. von grösseren Waldflecken durchsetzte Grassteppe mit Schwarzerdeboden. Nur im südlichen Teil des Waldsteppengürtels ist dieser Boden fetter, mächtiger Tschernosem von 10 bis 16% Humusgehalt. Im nördlichen Teil ist er degradiert und enthält nur 4 bis 6% Humus, weil seit der borealen Trockenperiode feuchteres Klima vordringt und ihn zersetzt. Südlich der Linie Bessarabien—Krementschug am Dnjepr—Saratow an der Wolga—Samara—Troizk—Petropawlowsk am Irtysh—Barnaul beginnt dann bei 450 bis 300 mm Jahresniederschlag die waldfreie Grassteppe. Sie gliedert sich in die nördliche Gras- und Krautsteppe oder Wiesensteppe mit gewöhnlichem Schwarzerdeboden von 9 bis 6% Humus und in die lückenhaft den Boden bedeckende Pfriemengras-(Stipa)steppe oder Trockensteppe, in der mit zunehmender Trockenheit erst die südliche Schwarzerde mit 6 bis 4% Humus, dann dunkle kastanienbraune Steppenböden mit 4 bis 2% Humus auftreten. Südlich etwa der Linie Stalingrad—Uralsk—Turgai—Semipalatinsk folgt bei 300 bis 200 mm Jahresniederschlag die lückenhaft bewachsene Halbstrauchsteppe von Wermut-(Artemisia)büschen, die als Wüstensteppe oder Halbwüste bezeichnet wird, ein Gebiet ausgreifender Nomadenwirtschaft. Hier herrschen helle kastanienbraune Böden mit 2% Humus und an sehr vielen Stellen Salzböden.

Eine gut damit übereinstimmende Gliederung der Vegetation beschreibt B. PLAETSCHKE (34) vom Ostrand des grossen Trockengürtels beim Chingangebirge. «Der Westhang des Chingan und sein versandetes Vorland tragen . . . fast durchweg eine kräftig entwickelte Steppenvegetation. In unmittelbarer Nähe des Gebirges und in dessen randlichen Teilen, wo gelegentlich schon die äussersten Vorposten des Waldes in Gestalt licht stehender Birkenhaine auftreten, ist die Steppe am frischesten. Bunte Blüten, eine gelbe Lilie, Wiesenknopf, eine kleine blaue Aster, eine Küchenschelle, bestimmen, je nach der Jahreszeit, ihre Eigenart. Westwärts vom Gebirgsfuss, in der flachen Steppe wird diese schöne bunte Blumensteppe aber sehr bald von der eintönigen Pfriemen- oder Federgrassteppe (Stipa) abgelöst, die ihrerseits dann der unsagbar öden, grau in grau sich darbietenden, von keiner frohen Farbe belebten Wermutsteppe Platz macht.» Die bunte Steppe des Gebirgsrandes steht vorwiegend auf Schwarzerde, in der Flachsteppe herrschen kastanienfarbene Böden.

Nach TULAIKOV (32) beginnt der Ackerbau unsicher zu werden, wo der durchschnittliche Jahresniederschlag 400 mm unterschreitet. Als Grenze der Anbaumöglichkeit erachtet er vorläufig 250 mm. In der untern Wolgagedend wird bei 250 bis 300 mm Ackerbau getrieben. Der Schwarzerdeboden und der dunkle kastanienbraune Boden sind fruchtbar. Doch ist der Ertrag, soweit nicht bewässert wird, nicht durch die Bodenfruchtbarkeit, sondern durch den Regenfall bestimmt. Da bei geringem Regenfall nur wenig produziert werden kann, so wird auch die Bodenfruchtbarkeit nicht rasch erschöpft und man braucht nicht zu düngen. Wenn aber der Ertrag wesentlich gesteigert werden kann, so wird möglicherweise Ersatz der Nährstoffe des Bodens nötig werden. Die Ackerbauversuchsstationen haben gefunden, dass durch gute Bodenbearbeitung, eine Art Dry-farming, und durch geeignete Pflanzenauswahl der dreifache Ertrag des gewöhnlich von den Bauern erzielten gewonnen werden kann.

Eine Eigenart des Anbaus ist, dass man nach der Ernte nicht gleich umpflügt, sondern die Stoppeln stehenlässt, damit der Schnee nicht weggeweht wird und beim Schmelzen den Boden durchfeuchten kann. Ebenso sehr wie auf die Jahresmenge des Niederschlags kommt es auf seine jahreszeitliche Verteilung an. Hatte doch die Provinz Samara im Jahre 1909 den niedrigsten Regenfall des Jahrzehnts und fast die höchste je erreichte Ernte, da der Regen

sehr günstig verteilt war. Im allgemeinen hat der Februar den geringsten Niederschlag, in der Gegend von Samara 11 mm, dann nehmen die Niederschläge zu bis zum Sommer, wo von Juni bis August durchschnittlich 44 mm im Monat fallen. Diese Verteilung ist günstig. Aber bei langer Trockenheit im späten Frühjahr oder im Sommer treten Missernten ein, besonders wenn die Trockenheit mit hoher Wärme oder mit Sandstürmen verknüpft ist. Am wichtigsten ist ausreichender Regen im Mai. Trockener und heisser Mai gibt schwere Missernten. In der Ukraine, wo namentlich trockne Winde starken Wasserverlust der Pflanzen und Ernteschäden verursachen, hat man durch Aufforstung von Windschutzstreifen sowie durch Züchtung dürrewiderständiger Sorten und durch Jarowisieren (s. S. 7) viel erreicht (31).

Nach POLETIKA (20) werden in den verschiedenen Abstufungen des Steppengürtels recht verschiedene Erntemengen erzielt. In der Waldsteppe und in den Pfriemengrassteppen sind die Ernten am höchsten. Von dort sinken sie nach SO sehr schnell ab, so dass sie in den südlichen Pfriemengrassteppen auf den kastanienbraunen Böden des Transwolgagebiets, des nordöstlichen Ziskaukasiens und in der Kirgisensteppe kaum die Hälfte der höchsten Erntemenge des Waldsteppengebiets erreichen. Sommerweizen bringt in einzelnen Jahren auf hellen kastanienfarbigen Böden an der Grenze von Pfriemengrassteppe und Wermutsteppe auf der Versuchsstation Temir nur 2,32 q/ha.

Die südliche Grenze des Ackerbaus stellt sich als ein Streifen dar, der dort beginnt, wo die Ernteerträge bei der in den Trockengebieten gewöhnlichen Monokultur im Durchschnitt zu gering und die Abweichungen von der Norm alljährlich zu gross werden, als dass der Getreide-(Weizen)bau noch lohnen könnte. Die Lage des Grenzsauces wird also nicht allein durch die Naturverhältnisse bedingt, sondern hängt von der Rentabilität der Landwirtschaft ab, also von Markt- und Transportverhältnissen, vom Stand der Agrartechnik und letzten Endes von der Kultur, dem Können, dem Charakter und der wirtschaftlichen Widerstandskraft des Landwirts. POLETIKA unterscheidet daher zwei Grenzen, die natürliche (physiologische), über die Wärme- und Wasserhaushalt und die Bodenverhältnisse entscheiden, und die ökonomische, für die die durchschnittliche Ernte, die Marktpreise, die Rentabilität, bestimmend sind. Die natürliche Grenze ist weiter in das Trockengebiet hinaus vorgeschoben als die ökonomische.

Die ökonomische Trockengrenze des Ackerbaus verläuft etwa auf der Regengleiche von jährlich 300 mm; bis zu ihr reichen die geschlosseneren Anbauflächen. Nur in den grundwasserreichen Niederungen, besonders des Terek, der Wolga (Achtuba) und des Uralstromes reichen Zungen dichter Ackerbaus weiter ins Trockengebiet. Jenseits dieser Grenze, die in Asien etwa mit der Grenze von Waldsteppe und Pfriemengrassteppe, im europäischen Russland mit der Grenze zwischen nördlicher Grassteppe und südlicher Pfriemengrassteppe zusammenfällt, ist der Ackerbau mit Nomadenviehzucht verbunden, die Ackerflächen sind spärlich. Sie reichen aber etwa bis zur Regengleiche von 200 mm, wo die Wermutsteppe beginnt. Westlich des Urals reicht der Ackerbau sogar bis in die Salzhaltwüste, aber kaum bis zur Regengleiche von 200 mm. Der Grenzsau zwischen den beiden Trockengrenzen des Ackerbaus in Russland bildet eine Übergangszone von der europäischen Pflugkultur zur asiatischen Nomadenwirtschaft.

Ziemlich günstig und relativ sicher scheinen die Anbaubedingungen in dem schmalen Anbaustreifen am Westfuss des Tienschangebirgssystem zu sein. Darüber berichtet MACHATSCHEK (22): Die Schwarzerdeböden der Strauch- und Wiesensteppe in den Vorhügeln der Gebirge bedürfen der Bewässerung nicht. Sie sind der Bereich der Bogarakultur, d. h. des Anbaus auf Regenfall. Die Bogarakultur «ist vor allem üblich in der kühleren und feuchteren Vorhügelzone, die von der Bewässerung nicht mehr erreicht werden kann. Sie beruht hier auf der grösseren Winterfeuchtigkeit und tieferen Durchtränkung des Bodens durch die Schneeschmelze und einem grösseren Anteil der Sommerregen am Gesamtniederschlag». Stellenweise wird auch in tieferen Gebieten, wo die Bewässerungsanlagen verfallen sind, Getreide ohne Bewässerung erfolgreich angebaut, so in der weiteren Umgebung von Samar-

kand. Handelt es sich hier vielleicht um Anbau auf Bodenfeuchte? «In Syr Darja und Semirjetschie hat sich die Bogarakultur mit der Ausbreitung der russischen Kolonisation stark verbreitet, in Chiwa aber fehlt sie gänzlich. Einschliesslich Buchara dürfte sie nach MASSALSSKIJ etwa 2,2 Millionen ha einnehmen, wovon fast 2 Millionen allein auf die Semirjetschie entfallen, und zweifellos könnte das ihr zugängliche Land noch bedeutend ausgedehnt werden. Im wesentlichen kommt für sie nur Sommergetreide in extensiver Wirtschaftsform in Betracht, alle hochwertigen Kulturen, wie Baumwolle, Reis, Wein- und Obstbau sind von ihr nahezu völlig ausgeschlossen.»

In Fergana herrscht im wesentlichen Bewässerungskultur. Im Zentrum des Beckens kann ohne künstliche Bewässerung auf Grundwasser Ackerbau getrieben werden. «Im höheren Berggelände, auf den der Bewässerung nicht zugänglichen Steppen, sind auch Kirgisen zu treffen, die Sommergetreide ohne grossen und sicheren Erfolg bauen.» «In etwa 500 m Höhe macht auf der Nordseite die Salzstrauch- und Artemisiensteppe der blumenreichen Stipazone mit den Elementen der westsibirischen Grassteppe Platz und sie bietet bis etwa 1300 m die besten Bedingungen für die Felder der Bergkirgisen, deren Winterlager zumeist in der untersten Zone gelegen sind. Die Alpweiden über der Waldregion bieten ihnen vortreffliche Sommerlager.»

In Nordwestchina dringen die chinesischen Bauern in die südliche Mongolei vor, soweit irgend Anbau möglich ist. 120 km nördlich von Kalgan liegt noch ein chinesisches Siedlerdorf, dessen Ernten aber durch Dürren schon stark in Frage gestellt sind (35). Auf der Strecke Suijuan (= Paoto)—Sudschi reicht der Ackerbau der chinesischen Neusiedler bis wenige Kilometer vor Pailingmiao, also etwa 120 km nordwestlich Suijuan. Aber man kam auch durch die Ruinen eines grossen Dorfes, wo vor fünf Jahren noch Hunderte von Chinesen lebten. Ein regenloser Sommer hatte sie gezwungen, den Ort zu verlassen (36).

Die vorderindische Wüste Thar ist keine wirkliche Wüste, sondern eine Kraut- und Dornbuschsteppe, die strichweise nichts als magere Kamelweide ist. Aber ihre Bevölkerungsdichte von 15 Einwohner/km² beweist schon, dass hier Ackerbau vorhanden sein muss (37). «Die Regenmengen bleiben unter 500, ja sogar unter 250 mm . . . Die jährlichen und täglichen Temperaturunterschiede sind sehr gross, die Hitze ist drückend und lang andauernd. Die Monsunregen sind kurz und unzuverlässig, die Landwirtschaft hängt grösstenteils von der Bewässerung ab oder beschränkt sich auf den Anbau von Trockenfrüchten während der Regenzeit. Grosse Räume bleiben immer noch nomadisierenden Hirten vorbehalten.» «Aber der Getreidebau fehlt nicht, wenn er auch nur auf Sommersaat beschränkt ist und in der Hauptsache Rohrkolbenhirse (baira) liefert. In guten Jahren hat man einen Ertrag, der 2 bis 3 Jahre vorhält und deshalb sieht man bei jedem Gehöft grosse Vorratshaufen innerhalb der Hürde, die die Siedlung umgibt. Bei den grösseren Orten und Städten liegen Melonengärten, und das Land am Luni ist eine Weizenkammer. Das sind Gebiete die jenseits der Feldbaugrenze liegen, die FALKNER und JAEGER mit der Formel $\frac{\text{Niederschlag}}{\text{Temperatur}} = 15$ festgelegt haben. Der sandige Boden hält das Wasser trotz der geringen Niederschläge, und die Feldbestellung (mit Kamelen) erfordert nicht viel Mühe.» Hiernach gehört die «Wüste» Thar entschieden noch zu den Gebieten mit Regenfeldbau, entgegen der Darstellung in (25) und (23).

An der Nordspitze Ceylons gibt VALKENBURG (23) ein Gebiet ohne Regenfeldbau an. Soweit dies der Fall ist handelt es sich hier bei einem Jahresniederschlag von etwa 1 m offenbar um edaphische Gründe. Auf dem Korallenkalk, der alles Wasser versacken lässt und dem es an anbaufähigem Boden fehlt, ist kein Regenfeldbau möglich.

c) Die Höhengrenze

Folgende Zusammenstellung gibt die Lage der Höhengrenze in verschiedenen Gebirgen Eurasiens:

1. Ozeanische Lagen in Europa

In Skandinavien wird Roggen angebaut an der norwegischen Küste bis $69\frac{2}{3}^{\circ}$ n. Br. In Schweden verläuft die Roggengrenze vom Polarkreis im Tiefland nördlich des Bottnischen Meerbusens in dem Masse, wie das Land ansteigt nach Süden bis zum 62. Grad (38). Ein Vergleich mit einer Höhenschichtenkarte zeigt, dass sie hier jedenfalls unter 500 m bleibt.

$56^{\circ}18'$ Grampians (Schottland). Getreidegrenze in 366 m (39).

$51\frac{3}{4}^{\circ}$ Harz. Getreidegrenze 604 m (39).

$50\frac{1}{2}^{\circ}$ Rhön. Höchstes Dorf Frankenheim, 752 m, hat fast keine Gärten, keine Obstbäume, Ackerbau nur Kartoffel und Hafer, bis 800 m (40).

48° Schwarzwald. Anbau (Hafer, Gerste, Kartoffeln) bis 1150 m. Es kommt vor, dass das Getreide einschneit bevor es reif ist (40).

Schweizer Alpen: Elm (Glarus) 47° , Kartoffeln sonnseitig bis 1380 m (40). Bei Zermatt (Wallis) 46° , Roggen und Gerste bis 2100 m (41). Das ist die höchste Lage der Anbaugrenze in den Alpen.

$42\frac{1}{2}^{\circ}$ Pyrenäen. Getreidegrenze Nordseite 1625 m, Südseite 1690 m (39).

37° Spanische Sierra Nevada: Bis 2500 m halbnomadischer Ackerbau auf Roggen und Weizen (42).

2. Kontinentale Lagen in Asien

$51^{\circ}40'$. Im östlichen Sajangebirge reicht der Ackerbau auf der Nordseite bis 1524 m, auf der Südseite bis 1615 m (39), also 1000 m höher als in dem in gleicher Breite gelegenen Harz. Tienschan-Gebirgssystem. Das Bogdo-Ola-Massiv ($43\frac{1}{2}^{\circ}$, 6400 m) ist im ganzen unbewohnt ausserhalb der Steppen seines Fusses. Doch liegt an einem See von 1980 m Spiegelhöhe ein Kloster, dessen Mönche etwas Gemüse und Gerste bauen (43).

Im zentralen Tienschan herrscht bis über 2000 m, je nach den Bodenverhältnissen, üppigere Stipa- und Festucasteppes mit ihren vielen Blütenpflanzen oder die ärmere Artemisiasteppes. In der Stipasteppes fanden die russischen Ansiedler auch hier günstige Bedingungen für die Bogarakultur (44).

Im Alaigebiet, 40° n. Br., ist die tadschikische Bevölkerung Ferghanas in die Täler eingedrungen und hat von den kleinen Talweitungen und lössbedeckten Schotterterrassen für ihre Dörfer Besitz ergriffen, wo immer es Wasser und Boden gestattet. Getreide, Luzerne und Obst gedeihen hier bei künstlicher Bewässerung. Doch steigen auch diese Siedlungen selten höher als bis 2000 m, wo die Verengung der Täler ihnen Halt gebietet (45).

Im westlichen Pamir ($38-39^{\circ}$), im Gebiet des Pändschstromes, treiben die Tadschik einen kümmerlichen Ackerbau bis über 3000 m. Die Gerste, die meist nur als Pferdefutter dient, geht bis 3100 m hinauf (46).

Kleinasien, Erdschiyes Dagh, 38° , 3916 m, Getreideland bis 1800 m, im nördlichen Tekir vereinzelt Felder bis 2100 (46a).

Unter 36° , in der Gegend des obersten Hwangho gehen Gerstenfelder in Terrassen bis 2500 m, doch wird das höchste Dorf chinesischer Bauern am Weg von Sining nach dem Kuku-nor in 3100 m angetroffen (47). Man darf also wohl auch Anbau bis zu dieser Höhe annehmen.

Im westchinesischen Hochgebirge unter etwa 30° geht der Ackerbau bis 3500 m. Weiter nach SW steigt er rasch an (54).

Am höchsten auf der ganzen Erde reicht der Ackerbau in subtropischen Breiten in der gewaltigsten Massenerhebung der Erde. In Südosttibet, im Tal des Tsangpo (oberer Brahmaputra), unter 29° n. Br., ist die Gerste die wichtigste Kulturpflanze der Tibeter, die Hauptgrundlage ihres Ackerbaus. Im allgemeinen lohnt der Ackerbau hier bis zu 4400 m hinauf, doch hat man Gerste bis zur Höhe von 4600 m, der Höhe des Monte Rosa, gefunden. Im Tsangpotal beginnt der Bodenbau östlich von etwa $84\frac{1}{2}^\circ$. Man sieht Haine von Apfel-, Pflaumen-, Pfirsich-, ja Aprikosenbäumen. Lhasa liegt trotz seiner Meereshöhe von 3630 m in Wäldchen und Gärten gebettet, da die Wände des nur nach Südwest geöffneten Tals es gut schützen. Bei Lhasa wird im April gesät, im September geerntet. Gebaut werden ausser Gerste noch Hafer und Weizen, jedoch nur wenig. Ferner Erbsen, Radieschen, Hirse, Buchweizen, Bergreis und Senf. Benutzt und auch ausgeführt wird Rhabarber, der in vielen Gegenden in grosser Menge wild wächst (48).

Auf den breiten, mit etwas besseren Bodenverhältnissen ausgestatteten Rupschu-Hochflächen des nordwestlichen Himalaja (33° n. Br. 78° ö. L. v. Gr.) findet sich an einem der zahlreichen abflusslosen Seen und im Schutz eines der noch häufigen Lamaklöster auf 4600 m die höchste, vom Anbau der Nacktgerste und von Viehherden lebende Dauersiedlung des Himalaja: Karzok. An der Ostgrenze steigen Sommerfelder sogar bis 5200 m hinan. Wenn diese Angabe, deren Quelle leider nicht angeführt wird (48a), richtig ist, so wäre dies die bei weitem höchste Stelle des Ackerbaus auf der Erde.

In dem wesentlich feuchteren mittleren Himalaja, etwa auf 28° n. Br., geht der Anbau von Gerste bis 3800 m. In gleicher Höhe liegt das höchste Dorf (49).

3. Tropische Hochgebirge der australasiatischen Inseln

In den tropischen Breiten steigen die Gebirge der australasiatischen Inselwelt so hoch an, dass sie die Höhengrenze möglichen Ackerbaus überschreiten. Es scheint aber, dass hier nirgends die klimatische Höhengrenze erreicht wird. Die tropischen Feldfrüchte finden schon viel eher ihre Höhengrenze und die der gemässigten Zone sind nicht eingeführt. Der Reis geht in Indonesien bis 1200 m, der Bergreis selten über 1400 m. Tabak gedeiht noch in 2000 m (50). In Neu-Guinea hat man im letzten Jahrzehnt dicht bevölkerte Hochtäler Ackerbau treibender Stämme entdeckt, die mit grosser Sorgfalt Süsskartoffeln, Jams, Bohnen u. a. anbauen. Die Siedlungen reichen etwa bis zur Höhe von 2300 m (51). Auch diese Höhe kann nicht als die klimatische Ackerbaugrenze gelten.

Wir wollen nunmehr die Anbaubedingungen an einigen Stellen der Höhengrenze etwas näher betrachten. In den Schweizer Alpen reicht der Ackerbau bis zu recht verschiedener Höhe, da im Innern des Gebirges die Flächen gleicher Temperatur und damit alle Höhengürtel und Höhengrenzen wegen der Massenerhebung des Gebirges um etwa 800 m höher liegen als am Aussenrand. Am feuchten Nordrand der Alpen reicht der Ackerbau bis etwa 1300 m, der Wald bis 1700 m, die Grenze des ewigen Schnees liegt am Säntis durchschnittlich in 2450 m. Im Innern Graubündens und des Wallis steigt der Getreidebau bei Zermatt bis 2100 m an, der Wald bis 2300, die Schneegrenze bis über 3200 m.

Fast in allen Alpentälern ist der Ackerbau mit der Verbesserung des Verkehrs zurückgegangen, besonders in den für den Getreidebau zu feuchten Tälern der Nordseite. In früheren Zeiten schwierigeren Verkehrs mussten die Talschaften ihre Nahrung selbst erzeugen so gut oder schlecht es ging. Im Oberengadin reichte noch im 18. Jahrhundert der Getreidebau bis 2000 m, wie man an Ackerbauterrassen noch heute sehen kann (51a). Aber schon seit dem

18. Jahrhundert hat man immer mehr Getreide eingeführt und den Anbau unterlassen. Erst im jetzigen Kriege muss die Schweiz sich wieder stärker selbst versorgen, da wurde der Anbau nach Möglichkeit gesteigert.

Der Getreidebau hat sich nur in den trockneren Tälern des Wallis und Graubündens noch erhalten, in den Nordtälern hat er meist völlig aufgehört. Eher gedeihen Kartoffeln, deren Anbau sich auch in den Tälern der Nordseite in bescheidenem Masse gehalten hat oder wieder aufgenommen wurde. Im Kanton Appenzell hat man neuerdings wieder viele Wiesen in Ackerland umgebrochen, am Gäbris bis zur Höhe von 1200 m (51b).

In Elm, Kanton Glarus, Talboden 950 bis 1150 m Meereshöhe, etwa 1600 mm Jahresniederschlag, besteht die Talwirtschaft wie in den meisten der nördlichen Täler hauptsächlich aus Wiesenbau. Dazu kommen bescheidene Flecken von Kartoffeläckern, im ganzen etwa 8 ha. An sonnigen Hängen der linken Talseite gedeiht die Kartoffel bis 1380 m. Versuche mit Getreidebau schlugen fehl, da das Klima zu feucht ist. In den Hausgärten gedeihen Salat, Bohnen, Erbsen, Kohl, Mangold, weisse Bohnen, Rüben, Zwiebeln, Sellerie, Rettich, Kohlrabi. Rhabarber und Beeresträucher sind spärlich. Auch einige Apfelbäume werden gezogen und vielerlei Blumen (40).

Auch in den innern Alpentälern wird nahe der Höhengrenze das Getreide leicht nicht reif infolge der zu kurzen Vegetationszeit. Man muss besondere Massnahmen anwenden. In Graubünden und im obern Tessin muss das Getreide (Roggen oder Gerste) oft vorzeitig mit der Sichel geschnitten werden. Es wird dann zum völligen Ausreifen an grossen, freistehenden Holzgestellen, Hirsten oder Rascana genannt, aufgebunden. In Findelen bei Zermatt, wo bis 2100 m Roggen und Gerste angebaut werden, wird im Frühjahr nach alter Sitte Erde und Asche über den Schnee ausgebreitet, damit er schneller schmilzt und das Feld eher bestellt werden kann (41). Dasselbe Mittel verwendet man auch im Lötschental, einem rechten Nebental des Rhonetals, wo bei Netzbord in Südauslage kleine Äckerchen bis etwa 1900 m reichen, während man im Talboden bei Blatten, 1542 m, den gut gedeihenden Gemüsegarten des Pfarrers bewunden kann.

Im Safiental, einem rechten Nebental des Vorderrheins, ist der Ackerbau, der Höhenlage entsprechend, nur unbedeutend (52). «In Versam und Tenna wird dank ihrer südöstlichen und zum Teil niedrigeren Lage noch viel Sommerroggen und Gerste gepflanzt, während der Anbau von Hanf, der früher einen wichtigen Anteil im Ackerbau einnahm, heute fast verschwunden ist. Safien ist hingegen mit Ausnahme von Neukirch und Platz, wo noch ganz wenig Gerste und Roggen kultiviert wird . . . ganz auf die Kultur von Kartoffeln angewiesen. Die Äcker liegen in den Höfen und in Tenna immer in den tiefstgelegenen Teilen des waldfreien Landes, also zwischen den untersten Wiesen und dem Wald. Trotz dieser Lage reifen wegen des kurzen Sommers die Kartoffeln nicht jedes Jahr und können dann nur zur Schweinemast verwendet werden. Ebenso gelangt in Tenna wegen der hohen Lage Getreide nicht zur Reife, Der obere Teil des mit Sichel gemähten Getreides wird darum, zu kleinen Büscheln vereinigt, in die Spangen der 6 bis 9 m hohen, vollständig freistehenden ‚Hischten‘ eingeflochten, wo die Körner dann ausreifen können.» «Wechselwirtschaft findet insofern statt, als das Ackerland während einiger Jahre abwechslungsweise mit Getreide und Kartoffeln bepflanzt wird, um dann, wenn der Ertrag nachlässt, für einige Jahre in Wiesland umgewandelt zu werden, während als Ersatz ein anderes Stück Wiesland umgebrochen wird. Die obere Grenze des Ackerbaus befindet sich bei etwa 1700 m. Früher, als das einheimische Korn billiger zu stehen kam als das auf Saumwegen eingeführte, soll sie noch höher hinaufgegangen sein.»

Im oberen Averser Tal, einem Nebental des Hinterrheins, in dem das höchste im Winter bewohnte Dorf der Schweiz, Juf, in 2133 m liegt, gab es 1925 keinen Getreideacker und keine Kartoffelfelder mehr, ebensowenig den früher stark betriebenen Flachsbau (bis Lorenzhaus, 2000 m). Anbauversuche mit Kartoffeln, die einige Jahre früher in Juf unternommen worden

waren, schlugen gänzlich fehl. Die Pflanze leidet unter den Frösten so sehr, dass nur kleine, minderwertige Knollen entstehen, die nicht einmal als Viehfutter verwendet werden können. Selbst in dem tiefer unten im Tal in 1326 m gelegenen Ausser-Ferrera müssen die Kartoffeln wegen des oft früh eintretenden Winters nicht selten unreif geerntet werden und in den Kellern nachreifen. Flachs wird seit Mitte des 19. Jahrhunderts nicht mehr gepflanzt. Als höchste Kulturpflanzen gedeihen noch in den kleinen Gärtchen von Juf Salat, Spinat, Mangold, weisse Rüben und Rhabarber (53).

Westchinesische Hochgebirge. Wenn wir unter 30° n. Br. von der subtropischen Kulturlandschaft des chinesischen Roten Beckens, wo zweimal im Jahr geerntet wird, am monsunbefeuchteten Ostabfall des tibetanischen Hochlandes ansteigen, so kommen wir bis etwa 1500 m Meereshöhe durch immergrünen, vorwiegend aus Lorbeergewächsen bestehenden Wald, dann bis 3000 m durch laubwerfenden Mischwald und bis zur Waldgrenze in durchschnittlich 3650 m durch Nadelwald. Darüber folgt der Matten- und Knieholzgürtel bis etwa 4900 m, schliesslich die Felsflur und die vergletscherten Gipfel. Die Firngrenze liegt bei 5300 bis 5400 m. So regenreich das Klima und so üppig die Vegetation in allen Höhengürteln ist, die tiefen Talschluchten sind davon ausgenommen; sie sind so trocken, dass nur lichter Trockenbusch an den Hängen wächst und dass der Ackerbau, der in den Engschluchten auf Terrassen betrieben wird, künstlicher Bewässerung bedarf. Im allgemeinen reicht der Ackerbau bis 3500 m. Von 3000 m ab kommt nur Frühlingsaussaat in Frage. Der Weizen geht dann bis 3650 m, weiter im Süden sogar gelegentlich bis 3960 m, die Gerste etwas höher, im SW gelegentlich bis 4100 m. Wo noch Weizen wächst, gedeihen auch noch Erbsen als Pferdefutter und eine kümmerliche Stoppelrübe als einziges Gemüse. Im N, bei Sungpan, fängt das Grasland und die reine Viehwirtschaft schon bei 3400 m an. «Entscheidend für das ganze Land sind die nächtlichen Minima im Sommer. Die dünne Luft in den grossen Höhen gestattet zwar eine intensive Besonnung: Tagsüber wird alles von der Hitze gedörrt, aber nachts erlaubt sie eine ebenso ungehemmte Ausstrahlung. Und ob es da in den kritischen Wochen der Vegetationszeit unter den Gefrierpunkt geht, das ist entscheidend für alle Kulturen. Wo, ackerbaren Boden vorausgesetzt, diese Kulturen noch irgend möglich sind, da haben es die Eingeborenen auch ohne meteorologische Stationen längst restlos herausbekommen» (54).

4. Die Grenzen des Ackerbaus in Afrika

Der afrikanische Kontinent bleibt weit von der Polargrenze des Ackerbaus entfernt. Um so wichtiger ist dort die Trockengrenze des Regenfeldbaus. Auch die Höhengrenze zeigt eigenartige Erscheinungen. Die Trockengrenze hat R. FALKNER genau untersucht und in ihrem Verlauf auf einer Karte 1:12 000 000 dargestellt (5, 56).

a) Die Trockengrenze

Afrika hat drei grosse Trockengebiete ohne Regenfeldbau: 1. die Sahara mitsamt dem nördlichen Sudan, 2. das Osthorn, etwa von der Tanamündung und der Gegend westlich des Rudolfsees bis zum Indischen Ozean, mit Einschluss des Danakiltieflandes, und 3. das westliche und innere Südafrika. Es bleiben daher drei Anbauzonen: der Mittelmeerrand, das tropische Afrika und der Südosten des Erdteils. Die mittelmeerische Anbauzone zerfällt wieder in die drei getrennten Stücke der Atlasländer, Tripolitaniens und der Cyrenaika. Das tropische Anbaugbiet reicht geschlossen vom Sudan bis an den Okavango und den Limpopo und schliesst

auch fast ganz Madagaskar ein. Das Limpopotal, das keinen Anbau auf Regenfall kennt, trennt das tropische Anbauggebiet fast völlig von dem südöstlichen. Dieses umfasst im südlichen Kapland nur Teile der Küstenabdachung, auf der Ostseite des Kontinents aber die Küstenabdachung und das östliche Binnenhochland. In den Kerngebieten des Ackerbaus ist dieser stets der überwiegende Landwirtschaftszweig, in den Randgebieten gegen die Trockengrenze überwiegt meist die Viehzucht.

In den Mittelmeerländern rechnet man im allgemeinen, dass man mit dem Regenfeldbau bis zu einem durchschnittlichen Jahresniederschlag von 350 mm vordringen kann, aber Missernten kommen da nicht selten vor durch ungünstige Regenverteilung, zu geringen Niederschlag, Spätfröste oder ausdörrende Winde. Wo in den Küstenstrichen Marokkos, Tunesiens, Tripolitaniens und der Cyrenaika der spärliche Regenfall durch Tau und Kondensation aus der Bodenluft ergänzt wird, geht der Anbau an vielen Stellen bis zur Regengleiche von 250 mm.

Im Sudan treffen wir Regenfeldbau bis zur 400-mm-Regengleiche; diese bildet im allgemeinen auch im subtropischen Südafrika die Grenze. Es ist erstaunlich, dass in den Tropen, wo die Wärme in der sommerlichen Regenzeit so viel grösser ist als in der winterlichen der Subtropen, wo auch die PENCKSche Trockengrenze bei der doppelten Niederschlagsmenge liegt wie in den Subtropen, ein so bescheidener Mehrbetrag des Regens genügt, um noch Regenfeldbau zu treiben. Das liegt zum Teil an den andern Kulturpflanzen, wie Erdnuss, Rohrkolbenhirse, die mit ihrer kurzen Vegetationszeit durch die lange Trockenzeit nicht so beeinträchtigt werden, zum Teil wohl auch den geringen Ansprüchen der Neger. Sowohl im Sudan wie an der südlichen Trockengrenze der tropischen Anbauzone treten oft genug Hungersnöte ein. In Nord- und besonders in Südafrika verlangt der weltwirtschaftlich denkende Farmer sicherere Erträge.

In Nordafrika sind Weizen, Gerste, Ölbaum die wichtigsten Kulturpflanzen, die an der Trockengrenze auf Regenfall gedeihen, im Sudan Erdnuss und die afrikanischen Hirsearten, von denen die Rohrkolbenhirse am anspruchslosesten ist.

Aber nicht nur die Jahresmenge des Niederschlags ist für den Anbau wichtig, sondern wie wir S. 4 gesehen haben, auch seine jahreszeitliche Verteilung. Es macht auch einen grossen Unterschied, wie die Niederschläge fallen. Plötzliche Platzregen schliessen die Luft im Boden ein, zerschlagen die Oberfläche zu Brei und versperren sich damit selber den Zugang zu tieferen Bodenschichten, so dass bis 80% ungenutzt ablaufen. Sanfte, länger dauernde Regen, ja blosse Nebelregen, dringen viel besser ein. Auch der Taufall und der aus der Luft in den Boden eindringende Wasserdampf sind in manchen Küstengebieten mit grosser Luftfeuchtigkeit von Bedeutung.

Die Verdunstung hängt auch stark ab von der relativen Feuchtigkeit. Das erklärt, dass an manchen Meeresküsten bei feuchter Luft trotz geringer Niederschläge noch Ackerbau getrieben werden kann, so nördlich Dakar, in Südmarokko und Südtunesien. Ausdörrende Winde, wie der heisse «Scirocco» in den Atlasländern, schaden der Ernte sehr. Wo sie allzuhäufig auftreten, setzen sie dem Anbau eine Grenze.

FALKNER hat für die Trockengrenze Afrikas empirische Formeln aufgestellt, nach denen man aus dem Niederschlag und der Temperatur eines Orts bestimmen kann, ob dort Ackerbau getrieben werden kann oder nicht. Die wenigen Ausnahmen von etwa hundert Beispielen lassen sich durch besondere Verhältnisse erklären. Ist N der jährliche Niederschlag in cm, T die mittlere Jahrestemperatur in Celsiusgraden, so ist für den Ackerbau erforderlich, dass $N - T \geq 12$. Im Falle der Gleichheit befinden wir uns an der Trockengrenze des Ackerbaus. Diese Formel gilt aber nur bei einigermaßen gleichmässig über das Jahr verteiltem Regenfall. Fallen die Regen in der heissen Jahreszeit, so nutzen sie weniger, weil zu viel verdunstet. Für Sommerregen lautet daher die Formel $\frac{2}{3} N - T \geq 12$, für Winterregen $\frac{4}{3} N - T \geq 12$. Ein anderer Ausdruck ergibt sich aus dem LANGSchen Regenquotienten N/T , wobei N in Millimetern ausgedrückt ist. Danach wäre die Bedingung für die Möglichkeit des Ackerbaus auf Regenfall

$N/T \geq 15$, wobei ebenfalls der Niederschlag bei Sommerregen um $\frac{1}{3}$ erniedrigt, bei Winterregen um $\frac{1}{3}$ erhöht werden muss. Noch genauer erhält man diesen Wert, wenn man die Quotienten der Monatswerte n und t des Niederschlags und der Temperatur bildet und addiert $\sum \frac{n}{t} \geq 15$. Eine Korrektur für Sommer- oder Winterregen ist dann nicht nötig.

Von der Struktur des Bodens hängt in hohem Grad die stärkere oder geringere Verdunstung, daher auch die Nutzbarkeit des Wassers, ab. Je feiner und dichter gelagert die Bodenkörnchen sind, desto mehr ziehen sie, nachdem die Oberfläche ausgetrocknet ist, aus tieferen durchfeuchteten Schichten Wasser empor, desto schneller trocknet der Boden auch in der Tiefe aus. Schwere tonige Böden lassen also das Wasser stärker verdunsten, lockere sandige Böden verringern die Verdunstung aus dem Boden und halten so das Wasser besser zurück, so dass die Pflanzen es verbrauchen können. Insbesondere hindert eine lockere Krümschicht den Anstieg und damit die weitere Verdunstung des Wassers. Lockere Böden, die ein grosses Luftvolumen enthalten, vermögen bei erheblicher Luftfeuchtigkeit auch aus der Bodenluft Wasser zu kondensieren. Diese «verborgenen Niederschläge», die namentlich im tunesischen Küstengebiet nachgewiesen sind, liefern einen wesentlichen Wasserbeitrag für die Pflanzen, so dass sie bei entsprechend geringerem Regenfall gedeihen können.

Auch der Nährstoffgehalt des Bodens wirkt auf die Trockengrenze ein, denn nur bei guter Nährstoffversorgung kann ein bescheidener Wasserstrom im Pflanzenkörper diesen hinreichend ernähren. Bei zu geringem Nährstoffgehalt führt der durch die Pflanzen gehende, in der Nähe der Trockengrenze sehr beschränkte Wasserstrom diesem zu wenig Nahrung zu.

Natürlich haben die verschiedenen Kulturpflanzen der trockneren Regenfeldbaugebiete verschiedene Lebensbedingungen und daher auch verschiedene Trockengrenzen ihrer Verbreitung. Von Kulturpflanzen, die in der Nähe der Trockengrenze des Ackerbaus angebaut werden, sind die wichtigsten: In mässig warmen Gegenden, also an der Polarseite des Trockengürtels, Gerste, Weizen, Buchweizen, Ölbaum, Johannisbrodbaum, Sonnenblumen (in Russland), Melonen und verschiedene Futtergräser. In heissem Klima, an der Äquatoralseite des Trockengürtels vor allem die tropischen Hirsearten Sorghum (Negerhirse), Pennisetum (Rohrkolben- oder Walzenhirse), Eleusine (Fingerhirse), die Erdnuss, die Wassermelone, die Sisalagave. Die Baumwolle reicht ohne Bewässerung nicht bis an die Trockengrenze des Ackerbaus.

Schliesslich hängt die Möglichkeit des Ackerbaus auf Regenfall auch von der Anbautechnik ab. Ein urtümlicher Anbau erreicht weder dieselben Erträge noch dieselbe Sicherheit der Ernte, wie verfeinerte, besser an das Trockenklima angepasste Methoden. Es kommt vor allem darauf an, den spärlichen Niederschlag möglichst ausgiebig zu nutzen. Das wird durch eine besonders sorgfältige Bodenbearbeitung erreicht. Durch tiefes Pflügen ermöglicht man, dass der Regen tief in den Boden eindringt, durch Eggen nach dem Regenfall schafft man eine lockere Bodenkrume, die die Verdunstung aus dem Boden verhindert und das Wasser im Boden aufzuspeichern gestattet. In Trockengebieten mit unregelmässigem Niederschlag sichert man die Ernte dadurch, dass man nur jedes zweite Jahr das Feld bestellt und dazwischen ein Brachejahr einschaltet. Auch in diesem wird der Boden sorgfältig bearbeitet, von Unkraut gereinigt und die Bodenfeuchtigkeit gespeichert, so dass die nächste Ernte den Regenfall von zwei Jahren ausnutzen kann. Dieses schon im Altertum bekannte Verfahren wurde von den Amerikanern Dry-farming, Trockenfarmen, genannt. Durch solche Bodenbearbeitung ist bisweilen eine Weizenernte erzielt worden, die von der Aussaat bis zur Ernte keinen Tropfen Regen erhielt und nur aus der aufgespeicherten Feuchtigkeit gedieh. Durch dieses Verfahren hat man z. B. in Südwestafrika die Ackerbaugrenze beträchtlich ins Trockengebiet vorgeschoben. Der Ackerbau der Eingeborenen endete im Amboland nördlich der Etoschapfanne, die Herero südlich davon waren nomadisierende Viehzüchter. Die deutschen Farmer aber haben durch Trockenfarmerei auch im nordöstlichen Hereroland erfolgreich Mais bauen können.

Diese vier physischen und kulturellen Faktoren, Klima, Boden, Kulturpflanzen, Anbautechnik, bestimmen, wie weit der Ackerbau auf Regenfall in die Trockengebiete vordringen kann, d. h. sie bestimmen den physisch möglichen Verlauf seiner Trockengrenze. Aber nicht überall hat der Anbau tatsächlich diese Grenze erreicht. Die tatsächliche Grenze des Regenfeldbaus bleibt in ausgedehnten Landstrichen hinter der klimatisch möglichen zurück. Nach der Karte von FALKNER (56) liegen namentlich in der Kalahari, Südafrika, und im tropischen Ostafrika, in Moçambique, Tanganyika und Kenya, grosse Gebiete, in denen Regenfeldbau möglich wäre, aber nicht getrieben wird. Die Ursache dafür ist mangelnde Besiedelung oder wenigstens mangelnde sesshafte Besiedelung. So fehlt der Anbau in weiten Trockensavannen der südafrikanischen Kalihari, obwohl diese Landstriche mehr als 500 mm Jahresniederschlag erhalten. Dieses durchlässige Sandfeld hat fast keine dauernden Wasserstellen und kann daher nicht dauernd besiedelt werden. Ähnliche Durstgebiete, wo der Mangel an Wasserstellen die Besiedelung verhindert, sind Teile Ostafrikas (1a) und kleinere Landstriche an der Sudangrenze des Ackerbaus. In manchen dieser Gegenden würde wahrscheinlich europäische Technik durch Bohrungen Wasser erschliessen können, so dass sie eine sesshafte Bevölkerung tragen und durch Regenfeldbau ernähren könnten.

Auch mitten im Anbauggebiet der afrikanischen Tropen gibt es grössere anbaufreie Inseln, so ein unbewohntes Gebiet an der Wasserscheide zwischen Ubangi-Kongo und Bahr el Ghasal-Nil. In Ostafrika mussten östlich vom Tanganjikasee wegen der Schlafkrankheit weite Landstriche entsiedelt und die Bevölkerung in einigen Schlafkrankheitslagern vereinigt werden. Beiderseits des Rovumaflusses sind grosse Landstriche von Moçambique und Tanganjikaland durch die einstigen Raubzüge der Wangoni noch heute entvölkert. In Marokko hört der Regenfeldbau des Atlasvorlandes schon auf der Westseite des Mittleren Atlas und der Rehamnaberge auf, teils weil dort Nomaden wohnen, teils weil das Waldgebirge unbesiedelt ist. Im Hochland von Abessinien unterbrechen die höchsten Berge das Anbauggebiet, weil sie über die Höhengrenze des Anbaus aufragen. Wo keine Menschen sind, da ist auch kein Ackerbau, auch wenn das Land dafür geeignet ist.

b) Die Höhengrenze

Der Atlas, das Abessinische Hochland, etliche der ostafrikanischen Gebirge, der Kamerunberg, die höchsten Gebirge Madagaskars und Südafrikas, steigen aus Subtropen- und Tropenländern über die klimatische Höhengrenze des Ackerbaus empor.

Im Hohen Atlas (57), dessen höchste Gipfel 4000 m überschreiten, ist wie anderwärts die Kultur nur in den Tälern möglich. Im obersten Sus und im Tal des Nfis steigen einige Dörfer bis 2300 m an, im allgemeinen überschreiten die Dauersiedelungen 2000 m nicht. Die Bergbewohner bauen Getreide, Gerste, Weizen, Mais, Hanf, Gemüse, Rüben, Kartoffeln. Es gibt schöne Gärten von Ölbäumen, höher oben von Nussbäumen. In der Landschaft Ourika steigen die Kulturen von Gerste und Roggen bis zu 2300 m an.

Im Mittleren Atlas (3800 m) reichen die Dörfer, von Gemüse- und Obstgärten umgeben, nur bis 1500 oder höchstens 1800 m. Man baut Weizen, Gerste, Mais, Ölbäume, Aprikosen- und Mandelbäume. Im höchsten Teil des Tellatlas, wo das Djurdjura-Kalkgebirge (2300 m) die dichtbevölkerten Bergrücken der Kabylei überragt, liegen die Dörfer auf den Kämmen in 600 bis 1200 m und die höchsten Felder und Baumkulturen dürften 1400 m wohl nicht übersteigen. Im Aurèsgebirge des Saharaatlas (2300 m) sahen wir Äcker beim Irhyalpass bis 1700 m.

Da in den Alpen der Getreidebau bis 2100 m, in der spanischen Sierra Nevada bis 2500 m reicht, so darf man schliessen, dass im Atlasgebirge nirgends die eigentliche klimatische Höhengrenze des Ackerbaus erreicht wird, zumal im Hohen Atlas die Waldgrenze (Zedern und Wacholder) bis 3000 m ansteigt. Vielmehr setzt die für die Besiedelung ungeeignete Bodengestalt dem Anbau eine Schranke.

Das tropische Hochland von Abessinien ist schon durch seine Bodengestalt, durch seine Hochflächen an Stelle von Gebirgskämmen, geeignet, den Ackerbau in grössere Höhen zu tragen. In gleichem Sinne wirkt das Klima, denn Abessinien ist eine Regeninsel des Trockengürtels. In einem solchen Land ist die Besiedelung und Kultur so weit emporgestiegen, als das Klima es erlaubt. Über der Zone des tropischen Anbaus, der vielfach mit Bewässerung erfolgen muss, folgt die Woina Dega als Hauptsiedlungsgebiet und die kühlere Dega, in der Getreide, Hülsenfrüchte und andere Gewächse der gemässigten Zone noch gut gedeihen, aber Viehzucht überwiegt. Der Anbau reicht im allgemeinen bis gegen 3000 m (58); zuoberst gedeiht von den Getreidearten nur noch die Gerste. Im Garamullatagebirge des Somalilandes (8° n. Br., 3250 m) liegt die höchste Ansiedlung mit Gerstenbau in 2900 m (59), in der Landschaft Semien in Nordabessinien (13° n. Br., 4620 m) reicht der Gerstenanbau sogar bis 3800 m (60) oder 3900 m (61). Die Tatsache, dass zuoberst nur noch die Gerste gedeiht, Weizen und Hülsenfrüchte nicht mehr, zeigt, dass es sich hier wirklich um die klimatische Höhengrenze des Anbaus handelt.

Gebirge Ostafrikas. Unter dem Äquator reicht am Ruwensori (5125 m) die Höhengrenze des Ackerbaus auf der Ostseite, im Mobukutal, bis etwa 2150 m hinauf, auf der Westseite etwas höher, bis 2250 m. Soweit die Siedelungen hinaufreichen, werden auch Taro (*Colocasia antiquorum*) und Bohnen gebaut (62). Im Gebiet der Virungavulkane (1½° s. Br.) verzeichnet die Karte von M. WEISS (63) Erbsenfelder am Südwesthang des Karissimbi (4500 m) bis zur Höhe von 2700 m. Am Ostrand des Zentralafrikanischen Grabens in Ruanda (Gaharo 2900 m) reichen kleine Erbsenfelder bis etwa 2600 m, bis nahe an die höchsten Berggipfel (64). In der Kenyokolonie nimmt der Getreidebau (Mais, Weizen, Gerste) der europäischen Farmer das Hochland an den verschiedenen Zweigen der Ugandabahn westlich des Grossen Grabens ein (65), er dürfte also mindestens bis 2500 m ansteigen. An den Vulkanbergen Kenya (5195 m), Kilimandscharo (5970 m), Meru (4558 m) und wohl auch am Elgon (4300 m), wo Bananen das Hauptnahrungsgewächs sind, reichen Siedlungen und Anbau nicht über 1800 m empor. Auf den Hochflächen westlich der «Ostafrikanischen Bruchstufe» erreicht der Anbau in der Landschaft Tumbati (4° s. Br., Gipfflächen in 2300 m) 2150 m. Er ist auf die Talsohlen beschränkt, wo Negerhirse, etwas Mais und Kürbisse gebaut werden (66). Die Landschaft Ukinga über dem Nordende des Njassasees, wo aus Hochflächen von 2000 und mehr Metern Gebirgszüge sich bis zu 2925 m erheben, ist gut angebaut, besonders mit Eleusine, Bataten, Weizen, Roggen, Hafer, Kartoffeln, Tabak (67). Die Dörfer der Wakinga steigen bis 2600 m empor. Es erfordert Ausdauer, gegen das kühle Klima und Gebirgsland mit Ackerbau anzukommen. Selbst sehr steile Hänge tragen wohlterrassierte Gärten. Die von den deutschen Missionaren eingeführten Kulturpflanzen Weizen und Kartoffeln sind heute die Haupterzeugnisse. An den geschützten Westhängen wird Weizen bis 1700 m hinab gebaut, wo er der Banane Platz macht. Auf der Ostseite geht er gegenwärtig nicht unter 2000 m herunter. Doch reift er so ungleichmässig, dass die Eingeborenen die Ähren einzeln herauspicken (68). Leider ist mir die ungedruckte Dissertation von KARL ROCH, «Anthropogeographische Höhenzonen in Deutsch-Ostafrika», zur Zeit nur im Auszug (69) zugänglich, der keine Höhenwerte über die einzelnen Gebirge gibt.

Die angeführten Höhenlagen und meist auch die wärmeliebenden angebauten Gewächse zeigen, dass in Ostafrika die klimatisch mögliche Höhengrenze des Anbaus nirgends erreicht ist. An der höchsten Stelle des Anbaus im einstigen Deutsch-Ostafrika — 2600 m in Ruanda — zeigen die Rodungen nach oben, dass es eine Augenblicksgrenze ist. Das Hinaufrücken der Grenze zeigt auch der Unterschied zwischen KOHLSCHÜTTERS Aufnahmen im Jahre 1900 in Ukinga, wo er da höchste Dorf in 2400 m einzeichnet (70) und GILLMANS Beobachtung von 1926: 2600 m (68).

In Westafrika erhebt sich der Kamerunberg mit 4070 m zu Höhen, die den Ackerbau ausschliessen. Er ist schon in geringen Höhen völlig unbesiedelt. Dieses so überaus regenreiche

Gebirge leidet wegen der Durchlässigkeit des vulkanischen Gesteins an Wassermangel. Der höchste Ort ist der durch günstige Wasserverhältnisse ausgezeichnete einstige deutsche Regierungssitz Buea in 985 m. Sonst müssen selbst viel tiefer gelegene Dörfer in der Trockenzeit das Wasser stundenweit herbeiholen und wir hören von Durststrecken von 40 km! Auf der Ostseite gehen die Ansiedlungen auf grosse Erstreckung nicht über 300 m Meereshöhe. Das hauptsächlich angebaute Nahrungsmittel ist die Mehlbanane oder Plante. Auch die europäischen Plantagen halten sich natürlich in diesen tiefen Lagen (71).

Auf den Hochflächen Südafrikas reicht der Anbau, vielfach nur mit Bewässerung, bis 2000 m, z. B. östlich Windhuk in den Gärten einiger Farmen. Auch im Basutoland, dem einzigen wesentlich höher aufragenden Gebiet, steigt er kaum höher an. Der von tiefen Tälern zerschluchtete, 2800 bis 3200 m hohe Lavaklotz des obern Basutolandes ist von einem Streifen niedrigeren Landes umgeben (1500 bis 2000 m), wo der Sandstein des Liegenden entblösst ist. In diesem Basuto-Unterland wird neben der Viehzucht Ackerbau betrieben, vor allem wird Mais, Hirse und Weizen angebaut. Es ist eine dichtbesiedelte Kulturlandschaft. Das darüber aufsteigende vulkanische Basuto-Oberland kommt — von einzelnen Talsenken abgesehen — für Ackerbau nicht mehr in Betracht (72). Genauere Höhenangaben stehen mir nicht zur Verfügung.

Fassen wir das alles zusammen, so sehen wir, dass in Afrika nur auf dem Abessinischen Hochland mit seinen anbaufähigen Flächen in hoher Lage die klimatisch mögliche Höhengrenze des Anbaus wirklich erreicht wird. In den andern Gebirgen bleibt der Anbau aus verschiedenen Gründen meist weit dahinter zurück. Wo die Eingeborenen nur wärmeliebende Pflanzen kennen, reicht er bei günstiger Bodengestalt, vor allem auf flachen Hochländern oder sanften Fusshängen von Gebirgen bis zur klimatischen Höhengrenze dieser Gewächse. Das mag für Ruanda und Basutoland gelten. Wo Bananen das Hauptnahrungsmittel sind, wie an den grossen ostafrikanischen Vulkanen, reicht er etwa zur Höhengrenze günstigen Bananenbaus, bis 1800 m. Das ist noch kaum die klimatische Höhengrenze der Banane, die in Ruanda bis 2000, ja 2100 m, hinaufgeht. Und warum folgt über der Bananenzone an den Vulkanen nicht noch ein Gürtel des Getreides und der Hülsenfrüchte, die dort auch bekannt sind und in Ruanda da bis 2600 m reichen? Hier erschwert über 1800 m die steilere Bodengestalt Besiedelung und Anbau. Nur in wenigen Gebieten Afrikas, z. B. in Ukinga, werden auch steile Hänge durch Terrassenkulturen genutzt. Am Kamerunberg verhindert der gesteinsbedingte Wassermangel die Besiedelung oberhalb der untern Berghänge.

5. Die Grenzen des Ackerbaus in Australien und der Inselwelt

In dem trockenen Kontinent Australien sind nur die feuchteren randlichen Landschaften für den Ackerbau geeignet. Im SW und SO handelt es sich um Weizen, der noch bei einem winterlichen Niederschlag (April bis Oktober) von 250 mm angebaut wird. In Queensland, ausser dem südöstlichsten Stück dieses Staates, handelt es sich um Zuckerrohr und tropisches Obst, doch reicht der Anbau nur vereinzelt bis an die auf unserer Karte gezogene Linie. Diese tatsächlichen Grenzen sind nach TAYLOR eingezeichnet (73). Merkwürdig ist, dass der Norden, auch in Gebieten, wo der Niederschlag über 1 m beträgt, überhaupt keinen Ackerbau hat. Die Bodenverhältnisse, insbesondere die Lateritkruste, sind hier ungünstig, aber die Flussniederungen würden reichlichen Anbau ermöglichen. Auf Versuchsfarmen der Regierung hat man nicht nur allerlei Gemüsesorten und Futterkräuter angebaut, sondern auch Mais, Wassermelonen und Süsskartoffeln. Gute Erfolge hat man mit tropischen Obstsorten erzielt, mit Apfel-

sinen, Bananen, Mango, Ananas. Weniger ermutigend waren die Versuche mit Baumwolle, die durch tierische Schädlinge vereitelt wurden. Dagegen sind Reis und Zuckerrohr gut fortgekommen. Es fehlt an Arbeitskräften, das ist der Hauptgrund, weshalb in Nordaustralien kein Anbau vorhanden ist. Den Reissbau könnten Weisse nicht besorgen, weil die Arbeitslöhne zu hoch sind, und Chinesen, die es billiger machen würden, werden durch den «Immigration Restriction Act» nicht ins Land gelassen. Man will Australien als Landreserve für die weisse Rasse freihalten. In Nordaustralien lassen sich aber keine Weissen nieder, weil andere Teile Australiens den Ansiedlern viel günstigere Möglichkeiten bieten. Hier müsste viel schwierigere und zeitraubendere Kultivierungsarbeit geleistet werden und das Klima ist für den Europäer unangenehm und gesundheitsschädlich. Besonders in den fruchtbaren feuchten Niederungen könnten Europäer schwerlich harte Landarbeit verrichten. Es sind also hier wesentlich soziale Gründe, die den Anbau in einem klimatisch dafür geeigneten Gebiet ausschliessen (73a). Nach W. GEISLER (74) ist die mögliche Trockengrenze des Ackerbaus eingetragen. Sie geht in den Weizengebieten des Südens nicht viel über die tatsächlich erreichte hinaus. Im N sind bedeutende Teile klimatisch anbaufähig, aber aus den genannten Gründen fehlt der Anbau. Die von GEISLER hier angegebene Grenze folgt ungefähr der Linie von 500 mm jährlichen Niederschlags.

Eine klimatische Höhengrenze des Anbaus kommt für Australien nicht in Frage. Selbst in der Höhe des höchsten Gipfels des Kontinents, des Mount Kosciuszko mit 2241 m sollte in der subtropischen Breitenlage von 37° der Anbau noch möglich sein, wenn auch der Gipfel als solcher sich nicht dafür eignet. Der tatsächliche Anbau beschränkt sich aber überall auf die Täler und dürfte wohl kaum 1000 m erreichen. In den höhern Teilen der ostaustralischen Kordillere, dem Neu-England-Hochland, dem Blauen Hochland, dem Bogony-Kosciuszko-Monaco-Hochland und dem Tasmanischen Hochland, herrscht nach G. TAYLOR (73) spärliche Viehzucht und Forstwirtschaft. Nur in den Tälern des Neu-England-Hochlands wird auch etwas Ackerbau getrieben.

Im feuchttropischen Neu-Guinea kommt, soweit unsere bisherige Kenntnis reicht, eine Trockengrenze nicht in Frage. Die höchsten bewohnten und angebauten Hochtäler, die man kennt, liegen in der Gegend des Hagengebirges und haben sehr sorgfältigen Anbau von Süsskartoffeln, Jams und Bohnen, der bis etwa 2300 m reicht (51).

In Neuseeland, wo im Otagohochland der Südinsel der Jahresniederschlag bis auf 375 mm sinkt, wird die klimatische Trockengrenze des Ackerbaus nicht erreicht. Wenn auch die Schafzucht dort überwiegt, fehlt der Ackerbau nicht. Von einer Höhengrenze des Ackerbaus ist auch nicht die Rede, weil dieser die Gebirge überhaupt meidet und noch nicht einmal in die Täler eingedrungen ist.

Da die Stewartinsel nur als Weideland genutzt wird (75), so verläuft die tatsächliche Polargrenze des Ackerbaus — wenn auch nicht die biologisch mögliche Grenze — zwischen der Südinsel Neuseelands und der Stewartinsel hindurch.

6. Die Grenzen des Ackerbaus in Nordamerika

a) Die Polargrenze

Die Nordpolarkarte von SYDOW-WAGNERS Schulatlas (119) zeichnet verschiedene Polargrenzen ein und erlaubt, sie miteinander zu vergleichen. Die Polargrenze des Ackerbaus ist dort wesentlich nach Th. H. ENGELBRECHTS Karte der Landwirtschaftsgebiete (76) angegeben. Sie verläuft von Hamilton Inlet an der Nordostküste Labradors unter 53° westwärts nach der

Jamesbucht der Hudsonbai, von da nordwestwärts zum Grossen Sklavensee, erreicht den Mackenzie unter 63° , biegt zurück auf 61° am Liardfluss, überschreitet im östlichen Alaska den $65.$ Breitengrad und biegt schliesslich an der Mündung des Tanana in den Yukon (65°) in grossem Bogen südwärts bis an die Südküste bei Cook Inlet (60°). Die Polargrenze des Getreidebaus liegt danach überall erheblich nördlicher als die Jahresisotherme von 0° und — ausser am Südzipfel der Hudsonbai — nördlicher als die Grenze der ewigen Gefrorenis. Sie hält sich aber beträchtlich südlich von der Polargrenze des Waldes und der damit nur sehr ungefähr zusammenfallenden Temperaturgleiche von 10° des wärmsten Monats. Der Wald hört in den ozeanisch beeinflussten Teilen, nämlich an der Hudsonbai und der Beringsmeerküste, schon weit südlich von der 10° -Temperaturgleiche auf. In den sehr kontinentalen Teilen vom Grossen Bärensee bis Alaska reicht er über die 10° -Linie nordwärts. Die Ackerbaugrenze läuft der Waldgrenze viel mehr parallel (in einem Abstand von 3 bis 5 Breitengraden) als der 10° -Temperaturgleiche.

Am Mackenzie reicht vereinzelter Anbau noch weit nördlicher als bei ENGELBRECHT angegeben ist. Hier gedeihen in den vereinzelt Stationen der katholischen Mission Kartoffeln sehr gut bis an den Polarkreis, aber auch noch bis ins Delta, wo auch Himbeeren, Stachelbeeren und Rhabarber gezogen werden können (77). Es scheint dabei sehr auf örtliche Begünstigung der Lage anzukommen. In Alaska reicht der Ackerbau bis zur landwirtschaftlichen Versuchsstation Rampart, die fast unter dem Polarkreis liegt. An der Hudsonbucht liegen alle Polargrenzen am südlichsten, die Ackerbaugrenze bei 53° , wegen der sommerlichen Kühle dieser langen Monate gefrorenen Wasserfläche. Im kontinentalen Westen mit seinen warmen Sommern und langen Sommertagen, die die kurze Vegetationszeit ausgleichen, reichen sie am weitesten nördlich, die Ackerbaugrenze bis an den Polarkreis.

Die Polargrenze grösserer geschlossener Anbauflächen läuft nach den Kärtchen von SCHMIEDER (81) S. 377, und DIETRICH (85), im Osten parallel zur äussersten Grenze, etwa 3 bis 4 Breitengrade südlicher. Im W jedoch bleibt sie viel weiter hinter der äussersten Grenze zurück. Sie reicht in den Kanadischen Prärien und Steppen von Alberta bis an den Peace River unter 56° . Am Fraser River liegen noch grössere Anbauflächen, aber der überaus feuchten Westküste fehlen sie. Die neue Auflage des SYDOW-WAGNERSchen Schulatlas (119a) gibt etwa diese Grenze als Anbaugrenze an.

Die Dissertation von M. MÜLLER (78) und der Aufsatz von F. BARTZ (79), geben, meist nach amtlichen Quellen, eine Übersicht der Anbaubedingungen. Nur Teile des kontinentalen Zentralplateaus zwischen der Alaskakette und der Endicottkette und einige begünstigte Teile der Südküste kommen für Ackerbau in Betracht. Die polaren Tundren von Nordalaska und der Beringsküste, die höheren Gebirge der pazifischen, Alaska- und Endicottketten, scheiden für den Anbau gänzlich aus. In Südostalaska ist das extrem ozeanische Klima mit überreichen, lange anhaltenden Sommerregen — Sitka hat 2130 mm Jahresniederschlag — dem Getreidebau höchst ungünstig. Im Gebiet des Zentralplateaus leidet das Pflanzenleben unter Sommerfrösten oder wird in schneearmen Wintern durch die Kälte vernichtet. Aber auch die klimatisch günstigen Teile sind infolge der Bodenbeschaffenheit nur zum kleinen Teil für den Anbau geeignet. Die weithin herrschenden Moränenlandschaften und Sanderflächen schliessen jede Nutzung aus. Nur junge, umgelagerte, sandige Lehme geben gute Böden ab. Sie sind in den Talauen der Flüsse verbreitet, werden aber auch da bisweilen eingeengt durch breite Sandbetten. Die für den Anbau geeignete Fläche in ganz Alaska wird recht verschieden geschätzt, 125 000 bis 240 000 km². Die besten Ackerbaugebiete sind die Täler des Yukon, Tanana, Susitna, Kuskokwin und Matanuska sowie die Westküste der Halbinsel Kenai. Aber bisher gibt es in ganz Alaska nur einige hundert Siedlerfamilien.

Hier an der Grenze des Ackerbaus, wo der Boden 7 Monate im Jahr gefroren ist, kommt es sehr auf günstige örtliche Lage an. An den Südhängen bei Fairbanks taut der Boden bis

zum Grund auf und gibt, da das Wasser genügend Abfluss hat, ein ausgezeichnetes Saatbett. Das Gebiet der landwirtschaftlichen Versuchsstationen Rampart (66°) und Fairbanks (65°) im kontinentalsten Kern Alaskas hat eine Wachstumsperiode von 70 bis 105 Tagen, durchschnittliche Sommertemperaturen von 11 bis 15° C bei 18- bis 19stündigem Sonnenschein. Der Winter ist äusserst streng, der Januar hat auf dem Zentralplateau eine Mitteltemperatur von -20 bis -35°, die äussersten Temperaturen in Eagle an der kanadischen Grenze betragen +34° und -56°. Der Regenfall beträgt 100 bis 300 mm, ausserdem bietet das Auftauen des gefrorenen Bodens Sicherheit für hinreichende Bewässerung in der warmen Jahreszeit, doch können Sommerfröste grossen Schaden bringen.

Die Versuchsstationen Rampart, Fairbanks und Matanuska haben den Beweis erbracht, dass der Anbau von Garten- und Feldfrüchten in Südost-, Süd- und Zentralalaska wenigstens strichweise möglich ist. Zugleich haben sie durch Zucht widerstandsfähiger Getreide- und Gemüsesorten die Auswahl der Nutzpflanzen vergrössert.

«Frühe Weizensorten, wie Sibirischer, Reward und Garnet, reifen in den meisten Jahren ohne Schwierigkeit, dagegen müht man sich noch immer vergeblich, eine für Alaskas Klima geeignete winterharte Leguminose als Zwischenfrucht zu züchten. Klee und Luzerne erfrieren in den meisten Fällen. Im Matanuskabereich (Südküste) kann auch Roggen als Wintergetreide gezogen werden. Kartoffeln sind bereits seit der russischen Zeit eine wichtige Feldfrucht gewesen, sie gedeihen auch in den feuchten Küstengebieten. Wurzelfrüchte, Kohl und Rüben aller Art wachsen bei der langdauernden Sonneneinstrahlung erstaunlich rasch, geben hohe Erträge und erreichen oft aussergewöhnliche Masse. Auch Beerenfrüchte lassen sich gut züchten, während alle Bemühungen mit Fruchtbäumen (Äpfeln, Pflaumen, Kirschen) ausgesprochene Fehlschläge ergaben» (79). «In Sitka, in Südostalaska, wurden die Versuche bald auf die Zucht von Früchten und Gemüse beschränkt, weil diese kühltemperierte feuchte Südostregion sich nicht gut für Viehzucht eignet und zum Getreidebau völlig ungeeignet ist... Am kurzlebigsten war die Station Copper Center im Copper-River-Tal, die nach nur fünfjährigem Bestehen wieder einging, weil fast alljährlich bereits Mitte August zerstörende Fröste auftreten» (79).

1930 bestanden in ganz Alaska 500 Farmen. Das Kulturland betrug 3574 ha oder 36 km² in einem Land von 1,5 Millionen km² und im ganzen 60 000 Einwohnern. Die einzelnen Farmen haben einschliesslich Anbaufläche, Waldfläche und Brache eine Grösse von 65 bis 80 ha. Im Tananatal um Fairbanks betragen die Erträge vom ha von Hafer durchschnittlich 18 q, Weizen 13 bis 17 q, Gerste durchschnittlich 13 q, Kartoffeln 99 bis 173 q auf Hangböden in Südauslage.

b) Die Trockengrenze

Die Trockengrenze des Ackerbaus ist auf unserer Karte hauptsächlich nach O. E. BAKER (80) angegeben, auf dessen Darstellung auch die Kärtchen bei SCHMIEDER (81), MILLER und PARKINS (82) und MACHATSCHEK (83) beruhen. In Mexiko habe ich die Grenze etwa nach der 500-mm-Regengleiche (84) südwärts bis Queretaro gezogen, was der Wahrheit ziemlich nahe kommen dürfte. Was die Westgrenze anbelangt, so sei ausdrücklich hervorgehoben, dass im Kalifornischen Längstal neben ausgedehntem Bewässerungsbau auch Getreide, besonders Gerste, ohne Bewässerung angebaut wird. 1919 wurden 13% der mit Gerste bestanden Fläche bewässert (80). Sogar in Südkalifornien gibt es östlich von Los Angeles, besonders südlich von San Bernardino, bei einem durchschnittlichen Regenfall von etwa 300 mm Anbauflächen auf Regenfall, die gute Weizenernten geben, wenn durch geeignete Bodenbearbeitung die Feuchtigkeit völlig aufgespeichert wird. (Kärtchen bei MILLER und PARKINS (82) Seite 401.)

Etwas abweichend von BAKER habe ich die Trockengrenze an folgenden Stellen angegeben: Zwischen Missouri und Yellowstone River findet in der Gegend von Jordan (107° w. L.) ein allerdings oft unsicherer Ackerbau statt, den ich durch westliche Ausbuchtung der Grenze einbezogen habe (86). Der Nordwesten des Staats Nebraska, wo zwar der jährliche Regenfall kaum 400 mm beträgt, aber auch die Sommertemperaturen nicht so heiss sind, gehört zum Ackerbaugebiet. Hier werden namentlich Saatkartoffeln gezogen (87). In Llano Estacado reicht der Ackerbau ohne Bewässerung über die Westgrenze von Texas nach Neu Mexiko hinein bis fast an den Pecosfluss (88). Es sei auch erwähnt, dass die Land Classification Map des U. S. Geological Survey noch weiter westwärts als die BAKERSche Ostgrenze «minderwertiges Land, nur beschränkt zu dry farming geeignet» z. B. bei Pueblo am Arkansas bis an den Fuss des Felsengebirges einzeichnet. Es werden sich da wohl noch manche, wenn auch zerstreute Stellen finden, wo Anbau ohne Bewässerung möglich ist. (SCHMIEDER (81) S. 191.)

Auch innerhalb des so umgrenzten Gebiets kommt noch ganz zerstreut Ackerbau auf Regenfall vor, z. B. in Utah nördlich und südlich des grossen Salzsees ((82), Kärtchen S. 411), wobei das Trockenfarmssystem angewandt wird. Das dürfte daher rühren, dass innerhalb des Trockengebietes durch die aufragenden Gebirge doch stellenweise etwas mehr Regen fällt und am Gebirgsfuss oft auch guter Boden vorhanden ist.

In den 1880er Jahren begann der Ackerbau aus den Prärien in breiter Front auch in das Randgebiet der Plains einzudringen. Es gab viele Rückschläge, aber man lernte, geeignete Feldfrüchte auszuwählen, besonders Getreidearten, die die Trockenheit gut ertragen. Nach vielen Fehlschlägen erkannte man, dass in diesem Trockengebiet weit grössere Flächen für den Anbau erforderlich sind, als im feuchten Osten. 1909 erhöhte die Regierung die Grösse der Heimstättenfarm von 160 auf 320 acres, 1916 auf 640 acres (etwa 260 ha). Man entwickelte eine besondere Ackerbautechnik, das Dry-farming-Verfahren (siehe S. 21). So ist es möglich geworden, in Gegenden, die man früher ausschliesslich für Viehweide geeignet hielt, einträgliche Weizen-, Mais-, im Süden auch Baumwoll- und Sorghumfelder anzulegen und die Trockengrenze des Anbaus nach Westen vorzuschieben. Allerdings hat ein zu weites Vorschieben während der regengünstigen 1920er Jahre in späteren trockneren Jahren, die ausserdem noch Jahre allgemeiner Wirtschaftskrise waren, zu schweren Rückschlägen geführt (81, 83). Dass eine so ausgreifende (extensive) Wirtschaftsweise sich lohnen konnte, wurde durch die starke Anwendung von arbeitssparenden Maschinen möglich, für die das ebene Land sich gut eignet.

Der jährliche Niederschlag an der von BAKER angegebenen Trockengrenze beträgt in Nebraska je nach den Jahren 360 bis 650 mm. Auf dem Llano Estacado beträgt die durchschnittliche jährliche Regenmenge im SW etwa 360, im NO etwa 550 mm und darüber. Das grösste Hindernis ist die Unregelmässigkeit des Regenfalls von Jahr zu Jahr, die man durch das Trockenfarmverfahren mit eingeschaltetem Brachejahr auszugleichen sucht. In der Gegend von Jordan, zwischen oberem Missouri und Yellowstonefluss, führt die Unregelmässigkeit des Niederschlags oft dazu, dass in trocknen Jahren der Weizen als Futterheu geschnitten werden muss, weil er keinen Körnerertrag bringt (86). In Nebraska, wo die sandigen Böden besonders dafür geeignet sind, blüht an der Trockengrenze des Ackerbaus besonders der Kartoffelanbau. Der Niederschlag ist auch im trocknen Westen des Staates mit etwa 400 mm durchaus ausreichend, ja gerade da gedeihen die Kartoffeln am besten und werden besonders Saatkartoffeln gezogen, weil in diesem etwas höher gelegenen Gebiet der Sommer nicht so heiss ist (Mitteltemperatur der Zeit vom 1. Juni bis 30. September unter 20° C) (87).

Die etwa 1000 bis 1200 m hohe Fläche des Llano Estacado ist ein eigenartiges Grenzgebiet des Ackerbaus. Im östlichen Teil, wo der durchschnittliche Jahresniederschlag über 450 mm beträgt, sind die durchaus vorherrschenden Feldfrüchte Weizen und Baumwolle und zwar im NO Weizen, im SO, nur wenig übergreifend, Baumwolle. Die Verbreitung der Baumwolle ist begrenzt durch die Länge der frostfreien Zeit. Wo diese im N und W unter 200 Tage

sinkt, hört der Baumwollanbau auf. Im ganzen Gebiet bis in den Westen mit unter 400 mm gedeiht die gegen Trockenheit recht widerständige Sorghumhirse. Im W bringt sie dem Farmer den wesentlichsten Geldertrag (88).

c) Die Höhengrenze

Sehr wenig ist im germanischen Nordamerika über die Höhengrenze des Ackerbaus bekannt. Die folgende Tabelle, deren Angaben den länderkundlichen Handbüchern entnommen sind, lässt vermuten, dass die in der betreffenden geographischen Breite mögliche Höhe meist nicht erreicht ist. Das kordillerische Gebirgsland ist eben noch wenig erschlossen, der Anbau bleibt im Tiefland oder in tieferen Lagen der Hochflächen und es ist kein Anlass da, ihn soweit als klimatisch möglich in die Höhe zu treiben.

60° 30'	Mount Elias, 5495 m, Alaska	Anbaugrenze in 300 m
53°	Robson Peak, 4785 m, Felsengebirge	Anbaugrenze in 600 m
45°	Mt. Hood, 3584 m, Kaskadengebirge	Anbaugrenze in 1500 m
42°	Mt. Shasta, 4370 m, Sierra Nevada	Anbaugrenze in 1800 m
36°	Front Range von Colorado, 4300 m, Felsengebirge	Anbaugrenze in 2000 m
26°	Cerro Pinal, 3450 m, östliche Sierra Madre	Anbaugrenze in 2500 m
19°	Drei mexikanische Schneeberge, 5300 bis 5700 m	Anbaugrenze in 3200 m
15°	Tajumulco, 4110 m, Guatemala	Anbaugrenze in 3100 m
10°	Chirripio Grande, 3800 m, Costa Rica	Anbaugrenze in 2800 m
8° 30'	Chiriqui, 3500 m, Panama	Anbaugrenze in 3000 m

Im tropischen Mittelamerika herrscht Hochflächensiedlung vor. Da steigen Anbau und Siedlung soweit empor, als das Klima und die örtliche Bodengestalt zulassen. Da erreicht sogar das einheimische Getreide, der Mais 3200 m. Für das nördliche Mittelamerika, also etwa 15. Breite, gibt K. SAPPER (89) die obere Anbaugrenze zahlreicher Kulturgewächse. Am höchsten gehen Mais bis 3100, Kartoffel bis 3100, Weizen in Guatemala und Chiapas bis 3150 m.

7. Die Grenzen des Ackerbaus in Südamerika

In Südamerika, wo das Hochgebirge der Anden alle Klimagürtel vom Äquator bis zu kühl-gemäßigten Breiten durchzieht, sind Höhengrenze, Trockengrenze und Polargrenze des Ackerbaus in eigenartiger Weise miteinander verquickt, so dass manchmal nicht ohne weiteres erkennbar ist, ob die Verbreitungsgrenze an einer bestimmten Stelle eine Trockengrenze oder eine Höhengrenze oder gar die Polargrenze ist. Die Höhengürtel und Höhengrenzen des Anbaus der verschiedenen Kulturpflanzen haben hier früh die Aufmerksamkeit auf sich gezogen und zur Unterscheidung der Tierra caliente, Tierra templada und Tierra fría geführt. Hier haben wir es nur mit der Höhengrenze des Anbaus überhaupt, also mit der oberen Grenze der Tierra fría zu tun.

a) Die Höhengrenze

Der ganze riesige Gebirgswall der Kordilleren, von der Sierra Nevada de Santa Marta, wenn wir diese dazu rechnen wollen, und der Kordillere von Merida bis zum Kap Horn erhebt

sich durchgehend, ohne Unterbrechung über die Höhengrenze des Ackerbaus. In Kolumbien ist es ein dreifacher, von Ekuador bis zum 28. Grad s. Br. ein doppelter Gebirgswall, zwischen dem die Flächen des interandinen Hochlandes trotz ihrer Meereshöhe von 3000 bis 4000 m hier in den Tropen noch unter der Höhengrenze des Ackerbaus liegen. Ausserhalb des Kordillerensystems erheben sich der Roroima im Guayanahochland (2663 m) und der Itatyaya (2804 m) am Südoststrand des Brasilianischen Hochlands über die Höhengrenze des Ackerbaus, aber man wird in diesen tropischen Lagen kaum sagen dürfen, dass hier das Klima jeglichen Ackerbau unmöglich mache. Natürlich sind auch viele weniger hohe Erhebungen nicht bis zum Gipfel von Ackerland eingenommen. Wir stellen die Höhenlage der Ackerbaugrenze in folgender Tabelle zusammen:

		Anbaugrenze in m:
11° n. Br.	Sierra Nevada de Sta. Marta (5100 m)	900 m (Kaffee) (90)
5°	Kord. von Bogota (5100 m)	3700 m (Gerste, Quinoa, Kartoffel)
5°	Tolima (Cord. Central, 5600 m)	3200 m
0°	Quito	3400 m (Gerste)
2° s. Br.	Chimborazo (6310 m)	3300 (91) oder 3400 m (92)
4—9°	Cord. Blanca	unter 3500 m (Gerste, Kartoffel) (93)
10—10,5°	Kord. von Huayhuash (6634 m)	auf Westseite Gerste, Kartoffel über 4000 m. Schneegrenze 5000 m (94)
15—17°	Titicacasee (3812 m)	bis gegen 4000 m intensiver Getreidebau, bis 4200 m, ja 4300 m Kartoffeln (95)
19—20°	Gegend von Sucre	Regenackerbau bis 3800 m, Gerste, Kartoffeln, tiefer unten Mais, Weizen (96)
20—22°	Puna der Gegend von Tupiza	Bewässerungsackerbau bis 3500 m (96)
26,5°	Sierra Nevada (6400 m)	3700 m, Kartoffel (97)
29°	Sierra Famatima	Oasenanbau bis 2000 m
32° 30'	Aconcagua (7035 m)	Oasenanbau bis 1400 m
ca. 34°	Westseite der Kordillere Mittelchiles	vereinzelter Anbau zur Versorgung der Bergwerke bis etwa 2000 m (98)
41°	Um Osorno	400 m (91)
42—43°	Insel Chiloe	geringe Meereshöhe, Weizen, Mais, Kartoffeln

Überblicken wir die hier zusammengestellten Tatsachen, so zeigt sich: Auf dem tropischen Hochland, wo schon vor der spanischen Kolonisation die Indianer ihren Anbau bis zur möglichen Höhe ausgedehnt hatten, liegt die Ackerbaugrenze überall hoch, mit Schwankungen, die sich klimatisch erklären. In den regenreichen Äquatorialgegenden liegt sie am tiefsten (3400 m), im trocknen bolivianischen Hochland am höchsten, 4000 m, örtlich begünstigt durch die klimamildernde Einwirkung des Titicacasees, wo sie 4300 m erreicht. Auch die angebauten Pflanzen, Gerste, Kartoffel, Quinoa, zeigen, dass es sich um die klimatische Grenze des Ackerbaus handelt. In der Sierra Nevada von Sta. Marta dagegen reicht der Anbau nur so hoch wie die Kaffeepflanzungen. Auch in den südlichen Subtropen liegt die Grenze überall tief. Während in der Sierra Famatina nur bis 2000 m Oasenanbau mit Bewässerung getrieben wird, finden wir in entsprechender Nordbreite im Tal des obern Brahmaputra die höchste Lage der Anbaugrenze auf der ganzen Erde, 4600 m. In Südchile und auch in den Tälern der chilenischen und argentinischen Ostseite bleibt der Anbau in geringer Meereshöhe. Das spricht dafür, dass hier nicht das Klima, sondern andere Gründe die Höhengrenze des Anbaus bestimmen. Die

Besiedelung des Landes hält sich an die Talgründe, die Berghänge sind unbesiedelt. Der Anbau ist noch nicht bis zu der klimatisch möglichen Grenze emporgestiegen. Das zeigt sich auch in den angebauten Pflanzen. Der Oasenbau in der Sierra Famatina erstreckt sich auf Wein, Mais, ja subtropische Früchte. Selbst in Chiloe werden ausser Kartoffeln Mais und Weizen gebaut.

Betrachten wir die Anbaubedingungen des höchsten Gebiets der Erde in dem sie näher bekannt sind; des peruanisch-bolivianischen Hochlandes. Nach TROLL (99) beruht die höhere Kultur der andinen Indianer auf einem vollkommeneren und ertragreicheren Ackerbau, der sich unter den geographischen Bedingungen des Hochlandes entwickeln und eine stärkere Bevölkerung ernähren konnte. Düngung und vollkommnere Bodenpflege mit besonderen Ackergeräten ermöglichen, dass an Stelle des Wanderfeldbaus Daueräcker treten. Dazu kommen vielerorts noch Terrassenbau und künstliche Bewässerung. Die Grundlage für die Entwicklung des Ackerbaus in den kühlen Klimastufen der Anden, wo der Mais nicht mehr gedeiht, sind spezifisch andine, hier gezüchtete Kulturgewächse. Erst die Knollenfrüchte Kartoffel (*Solanum tuberosum*), Oca (*Oxalis tuberosa*), Massua (*Tropaeolum tuberosum*) und Ullucu (*Ullucus tuberosus*) ermöglichten die Dauersiedlung und sesshafte Bevölkerung der Indianer auch oberhalb der Stufe des Maisbaus, ferner die Meldenarten der Anden, Quinoa (*Chenopodium Quinoa*) und Cañahua, die einzigen Körnerfrüchte oberhalb der Maisgrenze. Die Maisgrenze liegt in den äquatorialen Anden etwa bei 3000 m, in Hochperu im Mittel auf 3500 m, nur an den Ufern des Titicacasees reift er noch bei 3850 m. Da aber die Knollenfrüchte in dem frostreichen Klima der Höhenlage nur beschränkt haltbar sind, so ist eine Vorratswirtschaft mit Dauerprodukten die Voraussetzung dichter Bevölkerung. Dass es den Indianern gelang, nicht nur die Kartoffel und andere Knollenfrüchte in Kultur zu nehmen, sondern mit Hilfe des in tropischen Hochgebirgslagen besonders häufigen Frostwechsels aus den Knollen Dauerprodukte, Chuño, herzustellen, wertet TROLL als entscheidende kulturgeschichtliche Errungenschaft.

Der Ackerbau reicht in Hochperu und Bolivien bis 4100 m, am Titicacasee reicht seine Höhengrenze örtlich sogar bis 4250 m. Wir haben hier ein periodisch trocknes Klima, das sich durch besonders häufigen Frostwechsel auszeichnet. Bei der geringen Jahresschwankung und starken Tagesschwankung der Temperatur in den Tropen kann der Frost in den Höhen, wo er überhaupt regelmässig auftritt, sehr häufig vorkommen. Die untere Frostgrenze liegt in der Gegend von Arequipa bei etwa 3000 m, bei 4000 m treten Fröste in allen Monaten des Jahres auf. Die Station Alto de los Huesos, 4137 m, hat im Mittel jährlich 337 Frostwechseltage. Das Klima der oberen Stufe des peruanischen Ackerbaus weist in den Erntemonaten der Trockenzeit fast allnächtlich Fröste auf. Und gerade diese Eigenart des Klimas ermöglicht hier die Herstellung der Dauernahrung und damit die dichtere Bevölkerung. Um im Hochland dauernd wohnen zu können, scheint ferner der Genuss von Koka und Pfeffer physiologisch unentbehrlich zu sein. Demnach ist der Anbau dieser Pflanzen in der Tierra templada die notwendige Ergänzung des Hochlandackerbaus. Durch die Spanier ist dann zu den einheimischen Nahrungsmitteln europäisches Getreide, vor allem die Gerste, hinzugekommen.

So steht also der Anbau und die Ernährung der Menschen an dieser Höhengrenze unter ganz besonderen Bedingungen. In der Gegend der Cordillera Real bieten die Gletscherabflüsse günstige Gelegenheit zu künstlicher Bewässerung, die nach Möglichkeit angewandt wird, um den Ertrag zu steigern; doch ist der Ackerbau keineswegs an die künstliche Bewässerung gebunden (100). Über der Ackerbaugrenze dehnt sich in der Cordillera Real in 4100 bis 4800 m Weideland, wo Lamas, Alpakas, Schafe, selten auch Rinder, weiden. Da diese Weideflächen in den Tropen das ganze Jahr benutzt werden können, so finden sich hier Dauersiedlungen der Hirten bis 4650 m, weit über der Ackerbaugrenze. Ja es kommt zu einer Art Umkehrung unserer Alpwirtschaft und Alpsiedelung, indem von den Dauersiedlungen der Weidezone aus die Hirten zur Saat- und Erntezeit die Äcker in tieferer Lage aufsuchen (100).

b) Die Polargrenze

Südamerika ist der einzige der Süderdteile, der so weit südlich reicht, dass die Polargrenze des Ackerbaus auftritt. Das überaus niederschlagsreiche Klima Westpatagoniens ist dem Ackerbau nicht günstig. Auf der Insel Chiloe, $42-43\frac{1}{2}^{\circ}$ s. Br., befinden wir uns bereits an seiner Südgrenze. Aber die Tatsache, dass ausser Kartoffeln auch Mais und Weizen angebaut werden, lässt vermuten, dass der Ackerbau hier seine klimatisch mögliche Polargrenze noch nicht erreicht hat, mindestens dass nicht die Kälte, sondern der überaus grosse Regenreichtum den Anbau verhindert. Auf dem Festland gibt es nach MAX JUNGE (101) am Figueroafluss, 44° , ein wenig Ackerbau, in Aisen, 46° s. Br., frisches Obst und Gemüse. Diese Orte dürften als die derzeitige Polargrenze des Anbaus anzusehen sein. Auf der trocknen Ostseite aber reicht er am Fuss und einigen Tälern des Gebirges viel weiter südwärts. Auf seiner Wirtschafts- und Verkehrskarte von Argentinien verzeichnet F. KÜHN (102) eine südandine Zone mit gemischter Viehzucht, etwas Feld- und Gemüsebau in Kleinsiedlungen. Sie reicht am Ostfuss der Anden als schmaler Streifen zwischen der patagonischen Meseta mit extensiver Schafzucht auf Grossfarmen und der Buchenwaldzone der Kordilleren vom Lago Nahuel Huapi (41°) bis zum Lago Buenos Aires (47°) und nimmt nach Unterbrechung bis zum Lago Argentino (51°) die südwestlichste Ecke Argentinien am Oberlauf des Rio Gallegos ein. Diese Zone dehnt sich auch auf das chilenische Gebiet östlich des Kordillerenkammes aus. «Die auf chilenischem Gebiet allerdings engräumigen Kordillertäler nach Osten zu eignen sich zum Anbau von Kulturpflanzen der gemässigten Zone, besonders auch für Obstbau.» Sie werden in absehbarer Zeit stark besiedelt werden (103).

Im argentinischen Feuerland gibt es offenbar keinen Anbau mehr, sondern nur Schaf- und Pferdezücht. Wenigstens findet sich kein Wort vom Anbau bei G. FESTER (104). Auch die Falklandinseln werden nur zur Schafzucht benutzt (105). Demnach müssen wir die Polargrenze des Ackerbaus auf der Ostseite der Kordilleren in der Magellanstrasse und nördlich der Falklandinseln ziehen.

c) Die Trockengrenze

Südamerika hat, wie SORGES Karte zeigt (106), im physischen Sinne drei getrennte Trockengebiete, in denen der Niederschlag geringer ist als die Verdunstung: 1. in Columbia und Venezuela an der Nordspitze des Kontinents, 2. in Brasilien, an seiner Ostecke, und 3. das bei weitem grösste und mannigfaltigste Gebiet, das sich vom Golf von Guayaquil am Westfuss der Kordilleren südwärts erstreckt, dann in der Gegend des Wendekreises die Kordillerenkette überschreitet und sich in den östlichen Ebenen vom Gran Chaco bis an die Magellanstrasse ausdehnt. Nach allgemeiner Erfahrung reicht der Ackerbau stets noch über die physikalische, die PENCKsche, Trockengrenze hinweg in die Trockengebiete mit überwiegender Verdunstung. Wie weit reicht er in Südamerika?

An der Mündung des Magdalenenstroms, wo der Jahresniederschlag weniger als 500 mm beträgt, findet kein Ackerbau ohne Bewässerung statt, erst beim Anstieg an der Sierra Nevada de Sta. Marta stellt er sich wieder ein. Ebenso fehlt der Ackerbau den Landstrichen beiderseits des Golfs von Maracaibo, in denen nur Viehzucht getrieben wird. Auch im brasilianischen Trockengebiet sinkt landeinwärts vom östlichen Abfall des Hochlandes, etwa zwischen Aracaty an der Nordostküste und dem nördlichsten Bogen des St.-Franciscoflusses, der jährliche Niederschlag auf unter 500 mm. Ausserdem fällt er sehr unregelmässig, wie die beiden Kärtchen der Regenmenge eines guten und eines trocknen Regenjahres eindrucksvoll zeigen (107). Trotz diesen ungünstigen Bedingungen werden in Nordostbrasilien

Äcker auf Regenfall angebaut, wenn auch nur «oasenhaft eingestreut». Dort werden Mais und andere Getreidearten, Manioka und verwandte Knollenpflanzen, Bohnen, Tabak und in feuchten Niederungen auch Reis, für den täglichen Bedarf angebaut (108). Ausser in Rodungen auf Regenfall treibt man Ackerbau auf Bodenfeuchte in den periodisch vom Hochwasser bedeckten Niederungen (109). Ob in den trockensten Landstrichen kein Ackerbau auf Regenfall getrieben wird, geht aus diesen beiden Darstellungen nicht ganz klar hervor. In Dürreperioden dürfte er in ziemlich weiten Bereichen unmöglich sein (109a).

Das grosse Trockengebiet ohne Ackerbau auf Regenfall nimmt westlich des Kordillerenwalles das Wüstenland zwischen Westküste und Hochgebirge ein, vom Golf von Guayaquil im N bis Mittelchile etwas nördlich von Valparaiso. In diesem ganzen Gebiet gibt es nur Oasen-anbau mit Bewässerung. Auch weiter südlich beruht der Anbau des mittelchilenischen Längstals grösstenteils auf Bewässerung, aber es kommt auch Regenanbau vor. «Zu einem Teile wird neben dem erwähnten Weinbau auch Ackerbau auf den nicht bewässerten Flächen der Küstenkordillere getrieben und zwar in einer dem Trockenfarmen ähnlichen Methode» (110). Wo der Westabfall des Hochgebirges über der Wüste wieder feuchter wird, ist Ackerbau möglich. Es sind die «Sierralandschaften», die sich in Peru und Bolivien an den Bergflanken hinziehen, zwischen der Wüste der Küstenabdachung und dem Trockenbusch der untern Gebirgshänge einerseits, den Paramos oder der Puna der Höhe andererseits. Je trockener das Klima ist, desto mehr steigt die Trockengrenze des Ackerbaus — ebenso wie die PENCKSche Trockengrenze und auch die Höhengrenzen — am Westhang der Kordillere empor, weil erst in grösserer Höhe genügend Niederschlag fällt. Am Golf von Guayaquil entsteigt sie dem Meere. In Nordperu beginnt der Anbau ohne Bewässerung wohl etwa in 1000 m und endet in 3500 m, wo die Paramos einsetzen. Weiter südlich in der Gegend von Lima beginnt er (111) in 2000 m und endet an der Puna in 4000 m. Nach S steigt die Trockengrenze immer mehr an und erreicht schliesslich die Höhengrenze, so dass die Ackerbauzone in etwa 21° s. Br. zwischen der ansteigenden Trockengrenze und der Höhengrenze vollständig auskeilt. Man sollte erwarten, dass im mittleren Chile von S her ein ähnlicher Ausläufer des Ackerbaus dem eben betrachteten entgegenträme. Das ist aber, wenn überhaupt, nur auf eine kurze Strecke der Fall, vielleicht bis zum 31. Grad nordwärts.

Um den Wendekreis — an der Westkordillere zwischen 21 und 31° s. Br. — liegt das Gebiet der grössten Trockenheit. Die mit ihren Vulkangipfeln öfters 6000 m überschreitenden Andenkette erheben sich aus der Wüste und der Anstieg um 4000 bis 5000 m reicht nicht aus, um an ihren Flanken einen feuchten Höhengürtel entstehen zu lassen, der den Ackerbau ermöglichte. Sofern hier überhaupt eine humide Zone existiert, wie SORGE annimmt, tritt sie erst so hoch auf, dass wegen der Kälte der Höhe der Ackerbau ausgeschlossen ist. Die Trockenzone überschreitet hier in breitem Bunde das ganze Hochgebirge, das in seinen höchsten Teilen, der Puna de Atacama, zugleich Trocken- und Kältewüste ist, um sich dann in der gemässigten Zone am Ostfuss des Gebirgswalles fortzusetzen.

Das Trockengebiet ohne Ackerbau auf der Ostseite beginnt nach KANTER (112) im N des Gran Chaco schon unter 18° s. Br. und zieht sich in breitem Streifen südwärts bis ins Feuerland. Die Ostgrenze läuft nördlich des Wendekreises etwa unter dem 60. Grad w. L. nach S, biegt dann etwa längs der Regengleiche von 550 mm westlich um die Pampa aus und erreicht in Bahia Blanca die Küste. Das ostpatagonische Tafelland ist fast vom Andenfuss bis an den Atlantischen Ozean Trockengebiet ohne Regengleiche. Die Trockengrenze am Ostfuss der Kordillere trifft an der Magellanstrasse mit der Polargrenze und mit der Höhengrenze zusammen.

Wie wir es auf der Westseite des Kordillerenwalles gesehen haben, so finden wir auch an seiner Ostseite über der Trockengrenze, zwischen ihr und der Höhengrenze, einen Streifen aubaufähigen Landes. Wie auf der Westseite, schiebt er sich in zwei Spitzen gegen die Zone maximaler Trockenheit vor, die das Gebirge überbrückt. Den südlichen Anbaustreifen in Chile

und Argentinien, der noch sehr wenig besiedelt ist, haben wir schon bei der Polargrenze kennengelernt (S. 32). Der nördliche umfasst das ostbolivianische Bergland. Östlich der höchsten Gipfel der Ostkordillere dehnt sich hier zwischen 18 und 25° s. Br. noch die Punahochfläche aus, allerdings von tiefen Tälern zerschnitten. Ihr sind eine Anzahl paralleler Ketten vorgelagert. Diese Vorketten sind regenreich, mit feuchtem, laubwerfendem Wald (Monsunwald) bedeckt. Hier wird auf Regenfall hauptsächlich Mais angebaut (96). Nach S stösst die Spitze des Anbaugesbiets bis Tucuman vor. Dort besteht nach KÜHN (113) «keine reine Bewässerungswirtschaft, wie in den Oasen des Trockengebiets, sondern die Bewässerung dient hier nur als Ergänzung der natürlichen Wasserversorgung durch die subtropischen Sommerregen und ist durchaus nicht überall im Plantagegebiet ausgebildet». Der schroffe Anstieg des Gebirges bei Tucuman zum Aconquija, 5500 m, verursacht gerade hier stärkeren Niederschlag, am Gebirgsfuss gegen 1000 mm, an den waldbedeckten Hängen wohl 2000 mm.

Nördlich von 20°, in der Gegend von Sucre, reicht der Anbau auf Regenfall, zu oberst Gerste und Kartoffeln, bis zur Höhengrenze in 3800 m. Südlich von 20° aber sind sowohl die Senken und Täler hinter den östlichsten Ketten als auch die Hochflächen der Puna trocken. Hier ist Ackerbau nur auf Bewässerung möglich. SCHMIEDER bezeugt dies sowohl von der Gegend von Tupiza (96) als auch vom Tal des Rio Grande (Bermejo) oberhalb Jujuy (114). In Anbetracht des Regenreichtums bei Tucuman ist es wohl am richtigsten, diese Trockenzone als eine Trockeninsel zwischen dem feuchten Streifen der östlichen Vorkette und der Höhengrenze des Ackerbaus aufzufassen. Auch noch weiter nördlich gibt es in der Ostabdachung der Kordilleren in den tiefen, bergumschlossenen Tälern sehr regenarme Stellen, auf die TROLL nachdrücklich aufmerksam gemacht hat (115). Auch sie sind Inseln ohne Anbau in dem sonst anbaufähigen Gebiet. So ist das Durchbruchstal des Rio de La Paz in seinen tieferen Teilen Halbwüste. Auf unserer Karte konnten diese Trockeninseln wegen des kleinen Maßstabes nicht ausgeschieden werden.

Wenn der Ackerbaustreifen bei Tucuman auskeilt, so liegt das hier nicht daran, dass die Trockengrenze bis zur Höhengrenze angestiegen ist, sondern im Gegenteil daran, dass die Höhengrenze des Anbaus zur Trockengrenze hinabsteigt. Allerdings ist die Höhengrenze des Anbaus hier nicht durch das kalte Klima bestimmt, sondern dadurch, dass die waldigen Gebirgshänge oberhalb des Gebirgsfusses unbewohnt sind.

Da das interandine Hochland zwischen den Andenketten im ganzen unter der Höhengrenze des Anbaus liegt, aber in seinem südlichen Teil die Trockenheit den Ackerbau auf Regenfall unmöglich macht, so tritt auch auf ihm eine Trockengrenze des Ackerbaus auf. Sie zieht südlich des Titicacasees, etwa unter 17° s. Br., von der West- zur Ostkordillere. Südlich dieser Linie tritt auf dem Hochland nur noch Bewässerungsbau auf, z. B. bei Istuya, wo die chilenische Grenze zum Salar von Coipasa übergreift, in 3800 m (116). Diese Trockengrenze liegt also in derselben Breite wie die Nordgrenze des Gebiets ohne Regenfeldbau in Chaco. Ohne die Kordillere würde in dieser Breite die Trockengrenze durch den westlichen Teil des Kontinents hindurchlaufen. Das bestätigt die Auffassung von TROLL, dass die Höhenklimate nicht selbständige Klimate, sondern nur besondere Ausbildungen der zonalen und regionalen Klimate sind.

8. Vergleichende Erörterung und Zusammenfassung

a) Verschiedenartige Grenzen des Anbaus

Der Verbreitung des Ackerbaus auf der Erde sind Grenzen gesetzt aus physischen und kulturellen Ursachen. Ackerbau kann nur vorhanden sein wo 1. die anzubauenden Pflanzen ihre Lebensbedingungen finden und 2. Menschen wohnen, die diese Pflanzen anbauen. Die

physischen Faktoren, die die Ausbreitung der Kulturpflanzen bestimmen und ihnen biologische Grenzen setzen, sind Klima, Boden (aus deren Zusammenspiel sich auch das Vorhandensein von Wasser ergibt) und die organische Welt. Von der Art der angebauten Pflanzen selbst, aber auch von Schädlingen, hängt die Verbreitung der Kulturpflanzen ab. Auch die Anbautechnik, die Regulierung der physischen Bedingungen durch den Menschen, ist für die biologischen Grenzen des Anbaus massgebend. Kulturelle Grenzen des Anbaus entstehen, wo der Mensch trotz biologischer Möglichkeit keinen Anbau treibt. Unbewohnte Gebiete oder solche, die nur von Primitivvölkern auf der Stufe des Sammler- und Jägerlebens bewohnt sind, haben keinen Ackerbau, auch wenn er biologisch möglich wäre. So entstehen Besiedelungsgrenzen (Kalahari, Ostafrika S. 22) oder Kulturstufengrenzen des Anbaus (Amazonischer Urwald). Dabei können recht verschiedene Gründe, wie Mangel an Trinkwasser, Krankheiten, Kriege und Raubzüge die mangelnde Besiedelung veranlassen. In manchen Gegenden lohnt der Anbau nicht, auch wenn er biologisch möglich wäre. Das ist in der Nähe seiner biologischen Grenze oder in entlegenen Gegenden besonders dann der Fall, wenn nicht die eigne Nahrung gewonnen, sondern die Erzeugnisse verkauft und nach andern Gegenden ausgeführt werden sollen. Schwer zugängliche Gebiete schliessen Weltmarktkulturen aus. Dann entstehen wirtschaftliche Anbaugrenzen (S. 14).

Von diesen Bedingungen des Ackerbaus ändern sich die durch den Menschen gegebenen, z. B. «Entlegenheit», auf kürzere Entfernung, sagen wir auf fünfzig oder hundert Kilometer, die des Bodens (z. B. Sonnen- und Schattenseite, ungleiche Böschungen) auf kürzeste Entfernung. Die klimatischen bleiben sich auf grössere, ja sehr weite Erstreckung, einigermaßen gleich. Daraus ergibt sich, dass die Grossräume und Hauptgrenzen des Ackerbaus klimatisch bestimmt sind, die andern Faktoren aber Untergebiete verursachen und die Grenzen mehr oder weniger verändern. Die klimatischen Grenzen des Ackerbaus gliedern die vom Menschen bewohnte Erde in Anbaugebiete und Kümmergebiete. Die Gürtel der Anbaugebiete und Kümmergebiete: arktischer Kümmergeürtel, gemässigter Anbaugürtel, trockner Kümmergeürtel und tropischer Anbaugürtel bilden die wichtigste anthropogeographische Einteilung der Erde (S. 2).

Die klimatischen Grenzen des Ackerbaus sind dreierlei Art: Die Polargrenze, die Trockengrenze und die Höhengrenze. Verfolgen wir sie im einzelnen, so ist zwischen der möglichen, d. h. der biologischen und der tatsächlich vorhandenen, d. h. der kulturellen Grenze, zu unterscheiden, die wieder verschiedener Art, etwa eine Besiedelungsgrenze oder eine wirtschaftliche Grenze, sein kann.

b) Verschiebung der Grenzen

Der Ackerbau hat noch durchaus nicht überall seine endgültigen klimatischen Grenzen erreicht, vielmehr erleiden diese noch erhebliche Verschiebungen. Die Polargrenze des Anbaus ist in den letzten Jahrzehnten sowohl in Sibirien wie in Nordamerika und auch in Südamerika erheblich polwärts vorgedrungen. Das gilt besonders für die biologische Grenze, die Grenze des Vorkommens vereinzelter Anbaustellen, die sowohl in Russland wie in Kanada bis in die Tundra reichen. Die wirtschaftliche Grenze des Ackerbaus, bis zu der grössere Anbauflächen eine zusammenhängende Kulturlandschaft bilden, war im russischen Reich offenbar schon lange erreicht, denn sie fällt annähernd mit der Ackerbaugrenze in vorrussischer Zeit zusammen (S. 6). In Kanada allerdings wurde sie mit der fortschreitenden Besiedelung immer weiter nordwärts vorgeschoben bis an den Peace River (S. 26).

Auch die Trockengrenze hat sich im Laufe der Zeit nicht unwesentlich verschoben. Wenn im Sudan festgestellt wurde, dass sie vor der sich ausbreitenden Sahara nach S zurückweicht, so zeigt sich darin eine Veränderung der physischen Bedingungen, zwar nicht eine Klimaänderung, aber eine durch Vegetationszerstörung hervorgerufene Verschlechterung des Wasserhaushalts des Bodens (117).

In Trockenländern europäischer Kolonisation, in USA., im asiatischen Russland, in Südafrika, in Australien, in Argentinien, wo die Eingeborenen keinen oder geringen Ackerbau hatten, hat sich der Anbau durch die Europäer immer mehr gegen das Trockengebiet vorgeschoben, wozu Anpassung der Methoden an das Trockenklima, vor allem durch geeignete Bodenbearbeitung, sowie in den letzten Jahrzehnten die Züchtung neuer, widerständiger Sorten wesentlich beigetragen haben. In Russland ist der Anbau ohne Bewässerung, wenn auch stark zersplittert bis in die Artemisiasteppe, ja stellenweise in die Halbwüsten, vorgedrungen. Aber auch hier hat sich eine wirtschaftliche Trockengrenze bei etwa 300 mm Jahresniederschlag und eine biologische bei etwa 200 mm herausgebildet (S. 11, 14).

An vielen Stellen Ostafrikas haben Raubzüge der Wangoni oder die Schlafkrankheit weite Landstriche entvölkert und dadurch auch den Ackerbau zum Erliegen gebracht (S. 22). Andere Landstriche, wie die südafrikanische Kalahari, sind wegen Mangel an Wasserstellen nicht besiedelt, obwohl Klima und Boden den Anbau gestatten würden. Nach andern Gegenden, wo die Eingeborenen trotz physischer Möglichkeit keinen Ackerbau kannten, hat er sich auch heute noch nicht verbreitet, weil sie für den kolonisierenden Europäer zu abgelegen und physisch immerhin schwierig sind, so Nordaustralien und Teile Innerbrasilien. Hier handelt es sich also um Siedlungsgrenzen aus physischen, sozialen oder wirtschaftlichen Gründen, die mit der klimatischen Anbaumöglichkeit nichts zu tun haben. Es gibt in der Tat unbesiedelte und damit unbebaute Landstriche — Lücken der Ökumene, nach RATZELS Ausdruck — auch in sehr feuchten Gebieten, wo der Gedanke an eine Trockengrenze völlig ausgeschlossen ist, z. B. in den Regenwaldgebieten Amazoniens und Innerafrikas.

Ein Vergleich der Höhengrenze des Ackerbaus in verschiedenen Gegenden zeigt, dass sie in sehr vielen Gebirgen nicht die Höhe erreicht, die man nach der geographischen Breite erwarten sollte. Das liegt meist daran, dass das Relief, zu steile Böschungen und zu steiniger Boden, die Besiedelung und den Anbau ausschliessen oder doch sehr erschweren. Wo in den Höhenlagen ausgedehnte Flächen vorhanden sind, da dringt auch die Besiedelung und der Anbau bis zur klimatischen Grenze empor. Die schönsten Beispiele dafür sind das andine Hochland Südamerikas, Abessinien, der nordwestliche Himalaja und Südosttibet, in denen die höchsten Ackerbaulagen auf der ganzen Erde erreicht werden (S. 17).

In Ländern alter Kultur, wo die dichte Besiedelung zur Ausnützung aller Möglichkeiten zwingt, pflegen auch in steilen Gebirgen, wie in den Alpen und im Himalaja, alle irgend möglichen Stellen, wie Hochtalböden und Hangterrassen, bis zur klimatischen Höhengrenze besiedelt und angebaut zu sein. Der Anbau erreicht in den Alpen 2100, im mittleren Himalaja 3800 m, im NW-Himalaja 4600 m, Höhen, die in vielen tropischen Gebirgen nicht erreicht werden. In den Tropen, z. B. im dicht bevölkerten Java, mag die niedrige Lage der Höhengrenze, abgesehen von topographischen Hindernissen, auch dadurch bedingt sein, dass die tropischen Feldfrüchte, insbesondere der Reis, nicht höher gedeihen. Wenn in den ostafrikanischen Hochländern Ruanda und Ukinga an der Höhengrenze in 2600 m nur noch Erbsen oder Bohnen angebaut werden, so zeigt das, dass die tropischen Hirsearten und erst recht die Bananen, nicht mehr gedeihen. Wenn aber auf den dichtbesiedelten Vulkanbergen Ostafrikas (S. 23) Besiedelung und Anbau schon in 1800 m aufhören, wo noch kaum die klimatische Grenze der Banane erreicht ist, so sind dafür topographische Gründe massgebend. Aber auch die Hochflächen des Kilimandscharo in 2700 bis 3500 m, wo vermutlich nicht nur Vieh, sondern auch europäische Feldfrüchte gedeihen würden, sind unbesiedelt. Am regenreichen Kamerunberg drückt infolge der Durchlässigkeit des Gesteins der Wassermangel die Höhengrenze der Besiedelung und des Anbaus in besonders tiefe Lage. So ergibt sich, dass in vielen Gebirgen dünnbesiedelter Länder die Höhengrenze des Anbaus noch nach oben verschoben werden kann.

Bei allen noch möglichen Verschiebungen der Anbaugrenze, sei es die Polar-, die Trocken- oder die Höhengrenze, handelt es sich entweder um Besiedelung wenig begünstigter, aber doch

anbaufähiger Gebiete oder um bessere Nutzungsmethoden, vor allem durch Züchtung neuer Sorten von Kulturpflanzen, die gegen Kälte oder Trockenheit weniger empfindlich sind oder eine kürzere Vegetationszeit haben und deswegen weiter gegen die Kümmergebiete vorzudringen vermögen.

c) Klimatische Bedingungen an den Grenzen

Die klimatischen Bedingungen an den Grenzen des Anbaus sind noch wenig bekannt. In den meist ungünstigen und dünnbewohnten Landstrichen an den Grenzen des Ackerbaus fehlt es noch an meteorologischen Stationen, die fortlaufend das Wetter beobachten und messen. Es ist dabei nicht nur das aus den meteorologischen Daten zu entnehmende Luftklima, sondern auch das Klima der bodennahen Luftschicht, in der ja die Feldfrüchte und Garten gewächse leben, und das des Bodens selbst, zu erforschen.

Klimatische Grenzen sind natürlich keine scharfen Linien, sondern mehr oder weniger breite Übergangszonen. Daher hört auch der Ackerbau nicht plötzlich an einer scharfen Grenze auf, sondern wird allmählich immer lückenhafter, vereinzelt Anbaustellen schieben sich noch inselartig in das anbaufreie Gebiet vor. Man kann daher — ähnlich wie man im Hochgebirge zwischen Waldgrenze und Baumgrenze zu unterscheiden pflegt — den ganzen Übergangsgürtel in zwei Grenzen einschliessen, die Grenze der geschlossenen Ackerbauflächen und die Grenze, welche die äussersten Anbauvorkommen umschliesst. Bei der Höhengrenze in den Gebirgen fallen diese beiden Grenzen um einige hundert Meter Höhenabstand, bei der Polargrenze und der Trockengrenze um einige Breitengrade, auseinander. Russische Forscher haben zwischen der wirtschaftlichen und der biologischen Grenze des Anbaus unterschieden. Diese decken sich etwa mit der Grenze der geschlossenen Anbauflächen und der Grenze der äussersten Vorkommen, wenn sie auch grundsätzlich nicht dasselbe sind. Unsere Karte unterscheidet diese beiden Grenzen bei der Polargrenze der Nordhalbkugel und bei der Trockengrenze im Russischen Reich und in Zentralasien.

An den klimatischen Grenzen der Anbaumöglichkeit gewinnen Gunst oder Ungunst anderer Bedingungen, besonders die Auslage gegen die Sonne und die Bodenbeschaffenheit, entscheidende Bedeutung. Je näher der Grenze, desto mehr kommen nur örtlich begünstigte Lagen in Frage, so an der Polar- und der Höhengrenze Hänge in Sonnenlage, deren Neigung den Abfluss des Wassers und der kalten Nachtluft begünstigt und bei Gefrorenis den Boden tiefer auftauen lässt, an der Trockengrenze dagegen feuchtere Schattenlagen.

Recht aufschlussreich ist der Vergleich der Anbaugrenzen mit entsprechenden Grenzen anderer Erscheinungen.

An der Polargrenze verhindert die unzureichende Wärme die weitere Ausdehnung des Ackerbaus. Durch welche Zahlenwerte die erforderliche Wärme am besten gemessen und ausgedrückt werden kann, ist noch ungenügend erkannt. Die Temperatur des wärmsten Monats muss jedenfalls über 10° sein, die Vegetationszeit darf nicht zu kurz sein. Doch wird in höheren Breiten kontinentalen Klimas die kürzere Dauer der Vegetationszeit mehr als ausgeglichen durch die längere Bestrahlung und Erwärmung während der langen Sommertage. Im kanadischen Fort Vermillon (Alberta) $58^{\circ} 22'$ reifen Weizen und Gerste 16 Tage schneller als in Beaverlodge, das $3^{\circ} 11'$ weiter südlich liegt und nur $1\frac{1}{2}$ Tage langsamer als in dem $8^{\circ} 40'$ weiter südlich gelegenen Lethbridge (118).

Die Länge der Vegetationszeit kann gleichgesetzt werden mit der frostfreien Zeit oder mit der Zeit, wo die Durchschnittstemperatur des Tages über 6° beträgt. Beides fällt nur roh zusammen. Bei den grossen Tagesschwankungen der Temperatur im kontinentalen Klima können

auch bei einer Tagestemperatur von über 6° noch Nachtfröste eintreten. Die landwirtschaftliche Versuchsstation Copper Center in Alaska musste aufgegeben werden, weil fast alljährlich schon Mitte August zerstörende Fröste auftraten (S. 27). Eine Vegetationszeit von 100 Tagen ist meist für den Anbau erforderlich. Fairbanks in Alaska hat eine Wachstumsperiode von 70 bis 105 Tagen und blühenden Ackerbau (S. 27). Aber hier scheint auch die Sonne im Sommer 18 bis 19 Stunden täglich. Im Ostvorsprung Sibiriens, im Anadyr-Tschukotsk-Gebiet, wo die Wachstumsperiode 97 Tage, die frostfreie Zeit 65 bis 90 Tage, beträgt, ist kein Anbau mehr möglich (S. 10). Spätfröste und Frühfröste können, auch wenn normalerweise die Vegetationszeit ausreicht, die Ernte zerstören. Deshalb sind Lagen ohne Fröste während der Vegetationszeit von grösster Wichtigkeit, also Hänge, von denen die kalte Luft abströmt. Die Nachtfrostgefahr vereitelt auf weiten ebenen Flächen höherer Breiten den Feldbau (S. 8). Auch in Alaska wählt man Hangböden in Südauslage für den Anbau (S. 26).

Russische Forscher verwenden gern die Summe der Tagestemperaturen über dem Gefrierpunkt während der Vegetationszeit als Maßstab der Anbaufähigkeit (S. 10). Meist ist eine Temperatursumme von 1600 Einheiten für den Ackerbau erforderlich. Es wäre meines Erachtens sehr erwünscht, dass Karten mit Linien gleicher Temperatursummen von der ganzen Erde hergestellt würden. Sie wären ein wertvolles Hilfsmittel für biogeographische und agrargeographische Forschungen.

Dass aber auch die Temperatursummen allein noch nicht die Anbaumöglichkeit erkennen lassen, zeigt die Angabe, dass unter Umständen schon eine Temperatursumme von 1000 Einheiten genüge (S. 10). Andererseits ist in Kamtschatka bei 1500 bis 1650 Temperatureinheiten der Getreidebau nicht gelungen, weil Reif, kalter Tau und Fröste sogar in der Zeit der Getreideblüte ihn verhindern (S. 10). Selbst in Blagowieschtschensk am Amur unter 50° n. Br. mit 2380 Temperatureinheiten verhindern die reichlichen Sommerregen oft das Reifen und mangelnder Abfluss lässt die Pflanzen verfaulen.

Dass starker Wind Schaden bringt, wird in den Berichten selten betont. Im norwegischen Jäderen genügen an der Meeresküste die zu Zyklopenmauern aufgebauten Lesesteine als Windschutz. Im Osten Russlands ist Windschutz nötig, aber nicht für die Pflanzen, sondern im Winter, damit der Schnee nicht weggeweht wird und der Boden zu sehr auskühlt (S. 7).

Unsere Angaben, besonders S. 7 bis 11 und 26 bis 27 lassen erkennen, dass das Klima keineswegs an der ganzen Polargrenze gleichartig ist, sondern grosse Verschiedenheiten zeigt. An den Westküsten haben wir das extrem ozeanische Klima der norwegischen Küste und der Küste des südlichen Alaska. An beiden Küsten bleibt auch die Januartemperatur über 0° , so dass in Jäderen (58° n. Br.) in jedem Monat des Jahres die eine oder andere Kulturpflanze gesät werden kann und trotz des kühlen Sommers Getreide, Kartoffeln und andere Feldfrüchte gedeihen. In Sitka, an der Küste Alaskas (57°), ist allerdings das überaus regenreiche Klima für den Getreidebau völlig ungeeignet.

Weithin verläuft die Polargrenze des Anbaus im streng kontinentalen Klima Inneralaskas, Kanadas und Sibiriens, wo der lange Winter extreme Kältegrade bringt — die Durchschnittstemperatur des Januars beträgt in Inneralaska -20 bis -35° , in Jakutsk -43° , in Werchojansk -50° . In riesigen Landstrichen ist der Boden in der Tiefe dauernd gefroren. Aber der kurze, ziemlich warme und nur mässig feuchte Sommer mit der langen Sonnenscheindauer der hohen Breiten begünstigt den Anbau wenigstens in sonnenseitigen Hanglagen.

Im monsunartigen Klima an der Ostseite der Kontinente, an der Hudsonbai und im Fernen Osten Sibiriens, sind die Winter ebenfalls extrem kalt, die Sommer aber durch Meereseinflüsse, starke Bewölkung und reiche Niederschläge, weniger sonnenreich und warm. An der Hudsonbai und in der Gegend von Wladiwostok bleibt daher die Ackerbaugrenze am weitesten vom Pol entfernt. Die Grenze allgemeineren Ackerbaus liegt südlich der Hudsonbai in 48° , bei Wladiwostok in 43° n. Br.

Da es für den Anbau an der Polargrenze auf die Sommerwärme ankommt, während die furchtbarsten Fröste des Winters ihn nicht verunmöglichen, so ist das kontinentale Klima mit seinen warmen Sommern bedeutend günstiger, als das ozeanische mit geringer Sommerwärme. Mit Ausnahme der durch die Ausläufer des Golfstroms erwärmten norwegischen Küste, wo die Milde des Winters eine lange Wachstumszeit ermöglicht, reicht der Ackerbau überall im Kontinentalklima viel weiter nördlich, als im ozeanischen. An der norwegischen Küste erreicht der Ackerbau bei Hammerfest unter 71° seinen nördlichsten Punkt auf der ganzen Erde. Die Polargrenze grösserer Anbauflächen reicht in Mittelschweden und Südfinnland am weitesten nordwärts, fast bis zum 61. Breitengrad.

In der breiten Kümmerzone vereinzelter Anbaus zwischen der äusseren und der inneren Polargrenze ist der Ackerbau nur bei örtlicher Begünstigung möglich. Sonnige Hanglagen sind nicht nur wegen der stärkeren Bestrahlung begünstigt, sondern weil die kalte Luft abfliesst und es weniger zu Nachfrösten kommen lässt und auch wegen des besseren Wasserabflusses. Denn feuchte, besonders moorige Böden, können nicht benutzt werden, weil sie sich zu schwer erwärmen.

Noch haben wir wenig Nachrichten über die Wirkung des Bodens auf den Anbau an der Polargrenze. Wohl hören wir öfters, dass diese oder jene Bodenart ungeeignet oder eine andere bevorzugt sei, ohne dass indes die ökologische Wirkung dieser Böden auf die Kulturpflanzen dargelegt wird. Wenn in Kamtschatka nur ein Schwarzerdestreifen anbaufähig ist (S. 10), so ist der Hauptgrund dafür wohl nicht so sehr die Fruchtbarkeit der Schwarzerde als die klimatische Tatsache, dass die Schwarzerde in einem Regenschattengebiet geringerer Feuchtigkeit vorkommt.

Vergleichen wir die Polargrenze des Ackerbaus mit andern Polargrenzen (119), so zeigt sich, dass die Jahresisotherme von 0° gar nichts mit dem Ackerbau zu tun hat, der sowohl in Sibirien wie in Kanada in weit kältere Gebiete hineinreicht. Die Juliisotherme von 10° bleibt überall nördlich der äussersten Ackerbauvorkommen mit Ausnahme des Mackenziedeltas (S. 26). Die Polargrenze des Waldes, die überwiegend südlich jener Juliisotherme von 10° läuft und sie nur im Anadyrgebiet, in Nordalaska und der Gegend des grossen Bärensees wesentlich überschreitet, wird vom Ackerbau meist nicht erreicht. Aber wir haben gesehen, dass an manchen Stellen des europäischen und asiatischen Russlands, auf den Aläuten und im Mackenziedelta, ein sehr bescheidener Anbau bis in die Tundra reicht.

Sehr auffällig ist die Tatsache, dass in weiten Gebieten auch über ewig gefrorenem Boden, der im Sommer nur oberflächlich auftaut, Ackerbau getrieben werden kann. Sowohl in Kanada und Alaska wie in Sibirien reicht der Ackerbau fast überall weit in die Zone der ewigen Gefrornis hinein. Nur ozeanische Gebiete, wie die norwegische Küste, die Aläuten und Patagonien, haben an der Polargrenze des Ackerbaus keine Gefrornis. Ja selbst am sibirischen Kältepol um Werchojansk wird noch bescheidener Anbau getrieben (S. 9). Sogar Gebiete grösserer Anbauflächen, also die wirtschaftliche Ackerbaugrenze, nicht nur vereinzelter Ackerbau, reichen bei sehr kontinentalem Klima, in der Gegend des Baikalsees und ein Stückchen wohl auch am Peace River, noch in das Gebiet der ewigen Gefrornis hinein.

Die Trockengrenze des Ackerbaus schliesst sich natürlich nicht an einen bestimmten Wert des jährlichen Niederschlags an, sondern ist auch von der durch meteorologische Messungen nicht bestimmbaren Verdunstung und somit von der Temperatur abhängig (S. 4). FALKNER hat für Afrika verschiedene empirische Formeln aufgestellt, nach denen man aus Niederschlag und Temperatur berechnen kann, ob an der betreffenden Station Ackerbau auf Regenfall möglich ist oder nicht (S. 20). Eine Nachprüfung der Formeln für Stationen an der russischen Trockengrenze ergab gewisse Unstimmigkeiten und führte für das winterkalte Klima zu der abgeänderten Formel $\frac{N}{t_{veg}} \geq 15$, wo N der Jahresniederschlag in cm, t_{veg} die Durchschnittstemperatur der Vegetationszeit (Monatstemperatur über 5°) bedeutet.

KÖPPENS Tabellen (14) ermöglichen es, die FALKNERSchen Formeln (S. 20) auch für sowjetrussische Stationen beiderseits der Trockengrenze des Ackerbaus nachzuprüfen. Allerdings habe ich keine Angaben, ob in den einzelnen Stationen Ackerbau auf Regenfall betrieben wird, sondern konnte dies nur durch Vergleich der Lage der Stationen mit der von POLETIKA gezeichneten äussersten Ackerbaugrenze (S. 11) feststellen. Nur die erste der FALKNERSchen Formeln $N - T \geq 12$ lässt sich unmittelbar anwenden. Für 5 Stationen ohne Ackerbau ergeben sich bei 4 Stationen Werte unter 12, bei einer (Turgai) jedoch 21,2. Alle 6 Stationen mit Ackerbau haben Werte erheblich über 12. Auf der Grenze liegen die Stationen Uilskoe (260 mm) mit dem Wert 20, und Urkatsch (196 mm) mit dem Wert 17,4. Alle Werte liegen reichlich hoch, es scheint, dass hier für die Trockengrenze des Ackerbaus ein höherer Wert in dieser Formel eingesetzt werden müsste

Bei der Formel $\sum \frac{n}{t} \geq 15$ hat es keinen Sinn, die negativen Quotienten der Monate mit Temperaturen unter 0° von der übrigen Summe abzuziehen. Wenn man sie einfach weglässt, berücksichtigt man die Niederschläge zu wenig, da auch die Winterniederschläge für die Durchtränkung des Bodens in der Steppe wichtig, ja besonders günstig, sind. Daher wird auch die Quotientensumme bei allen Stationen ausser Uralsk (307 mm) zu niedrig, nämlich unter 15. Um auch den Winterniederschlag zu berücksichtigen, habe ich den Jahresniederschlag durch die Durchschnittstemperatur der Vegetationszeit dividiert. Nimmt man als Vegetationszeit alle Monate mit Durchschnittstemperaturen über 0° , so erhalten die kühlest dieser Monate zahlenmässig ein viel zu grosses Gewicht. Ich habe daher nur die Monate von 5° Mitteltemperatur und darüber berücksichtigt. Da ergeben sich befriedigende Werte. Alle 5 Stationen ohne Ackerbau bleiben unter 15, von 6 Stationen mit Ackerbau haben 5 Werte über 15, Aktjabinisk (259 mm) nur 14,3. Von den zwei Stationen, die auf die von POLETIKA gezeichnete Grenze fallen, (was bei dem kleinen Maßstab der Karten natürlich eine sehr ungenaue Bestimmung ist) hat Urkatsch den Wert 11,4, Uilskoe den Wert 16,1. In Urkatsch, mit nur 196 mm Jahresniederschlag, sollte man keinen Ackerbau mehr erwarten. Es scheint also, dass die Formel $\frac{N}{t_{neg}} \geq 15$ (Jahresniederschlag in cm dividiert durch Temperaturmittel der Vegetationsmonate über 5°) für die Trockengebiete mit kaltem Winter die Bedingung des Anbaus auf Regenfall ausdrückt und durch den Wert 15 die äusserste Trockengrenze des Anbaus anzeigt.

Ausser dem zu geringen Niederschlag treten an der Trockengrenze noch andere Klimataatsachen als Schädigungen des Anbaus und Hindernis seiner weiteren Verbreitung auf. In erster Linie ist zu nennen die Unregelmässigkeit des Niederschlags nach Jahrgängen und jahreszeitlicher Verteilung, die überall schwere Schäden hervorruft und in den Gebieten nahe der Anbaugrenze in schlechten Regenjahren Hungersnöte auftreten lässt. Das gilt in Russland und Nordwestchina ebenso wie im Sudan und Ostafrika. An der Polarseite des Trockengürtels, in Russland, den Atlasländern, USA., schädigen oft Spätfröste oder Frühfröste und heisse, ausdörrende Winde die Ernte und machen den Anbau zu einem Wagnis. Solche Störungen sind wohl ein Hauptgrund, dass die wirtschaftliche Trockengrenze — vom Standpunkt der kapitalistischen Wirtschaft des Europäers wenigstens — lange nicht soweit ins Trockengebiet hineinreicht, wie die biologische Trockengrenze.

Wie verhalten sich andere Trockengrenzen zur Trockengrenze des Ackerbaus ohne Bewässerung? Die Trockengrenze des Ackerbaus liegt überall in viel trockneren Landstrichen als die PENCKSche Trockengrenze, die Linie des Gleichgewichts zwischen Niederschlag und Verdunstung. Diese liegt bei einem Regenquotienten (Jahresniederschlag in cm durch mittlere Jahrestemperatur) von etwa 40, die Ackerbaugrenze bei 15. Es ist daher ein breiter Streifen ariden Landes noch anbaufähig, ja viele anbaufähige Trockengebiete, z. B. Teile der Ukraine und der Prärien Nordamerikas, im Altertum das Numidische Hochland (Hochland von Constantine), sind Kornkammern der Menschheit. Allerdings tritt in der Nähe der Trockengrenze der Anbau als Wirtschaftszweig meist hinter der Viehzucht zurück, wie für Afrika FALKNERS Karte (56) schön zeigt. Dasselbe ersehen wir an der Trockengrenze gegen die turanischen Halbwüsten aus einer Kartenfolge kleinen Maßstabs von POLETIKA (20). Wo die dichteren Anbauflächen aufhören, beginnt die gemischte Wirtschaftsform von Ackerbau und Wanderhirtentum; an der äussersten Grenze des Ackerbaus beginnt dann die reine Nomadenwirtschaft.

Die Arbeiten russischer Forscher, von denen manche durch H. WALTER (10, 31) und durch H. WILHELMY (30) zusammengefasst sind, erlauben uns, die Trockengrenze des Ackerbaus mit den klimatischen Bodenzonen zu vergleichen. Dabei zeigt sich, dass die Anbaugrenze durch-

aus nicht mit der Grenze einer Bodenzone zusammenfällt. POLETIKA unterscheidet — analog wie wir es bei der Polargrenze getan haben — die Grenze der geschlosseneren Anbauflächen, die weithin mit der 300-mm-Regenlinie zusammenfällt, und die äusserste Grenze des Regenackerbaus, die etwa an der 200-mm-Regengleiche verläuft. Es fällt auf, dass die beiden Ackerbaugrenzen im europäischen Russland, in der Ukraine, mit andern Bodengrenzen zusammenfallen als östlich des Ural, in Kasakistan. Schon die dunklen kastanienbraunen Böden, ja teilweise die südliche Randzone der Schwarzerde, schliesst in Kasakistan den geschlosseneren Anbau aus und mit den hellen kastanienbraunen Böden setzt die reine Nomadenwirtschaft ein. Zwischen Wolga und Uralfluss jedoch und noch östlich des Ural bis zum 60. Grad ö. L., umfassen die geschlosseneren Anbauflächen noch die dunklen kastanienfarbigen Böden und der äusserste Anbau noch die Zone der hellen kastanienfarbigen Böden. Ob dieser Widerspruch auf noch unzureichender Kenntnis der Verbreitung von Bodenarten und Ackerbau beruht oder auf andern Ursachen, vermag ich nicht zu sehen.

Vergleichen wir jetzt die Trockengrenze des Ackerbaus mit natürlichen Vegetationsgrenzen. Leider ist es nicht möglich, eine und dieselbe Vegetationsgrenze so wie die Anbaugrenze rings um das Trockengebiet zu verfolgen. Wie die Trockengebiete selbst recht verschiedene Klimate umfassen, besonders den Gegensatz von winterkalten und dauernd warmen Trockenräumen, so ist auch an der Trockengrenze des Ackerbaus das Klima sehr verschieden. Zwar verläuft sie überall im Bs-Klima KÖPPENS, aber dieses kann ausgebildet sein als subtropisches Winterregenklima, als sehr winterkaltes kontinentales Binnenklima oder als tropisches Sommerregenklima. Es grenzen daher ganz verschiedene Vegetationsgebiete an die Trockengebiete, insbesondere ist die Vegetation auf der polaren und auf der äquatorialen Seite des Trockengürtels ganz verschieden. Die Ackerbaugrenze ist ja auch nicht die Grenze einer bestimmten angepflanzten Vegetation, sondern zeigt auf beiden Seiten des Trockengürtels ganz verschiedene Kulturpflanzen.

Überall auf der Polarseite des Trockengürtels reicht der Ackerbau weit über die Waldgrenze hinaus in die Steppengebiete hinein. Die Waldgrenze fällt ungefähr mit der PENKSchen Trockengrenze zusammen, so in den Atlasländern. Vergleichen wir also die Trockengrenze des Ackerbaus mit Vegetationsgrenzen, welche Abstufungen des Steppengürtels bedeuten.

Wir beschränken uns auf einige Beispiele. In der Ukraine ist in Landstrichen von 500 bis etwa 250 mm Jahresniederschlag noch Ackerbau auf Regenfall möglich, wenn auch gegen die Trockengrenze infolge von Niederschlagsschwankungen und trocknen Winden Dürreschäden auftreten (31). Seine Südgrenze fällt mit der Grenze der Grassteppe gegen die Artemisiasteppe oder -halbwüste etwa zusammen. Nach dem Sowjetatlas (3) entspricht dieser Grenze die Regengleiche von 300 mm. In der Halbwüstenzone herrscht ausgreifende (extensive) Nomadenwirtschaft. «Der Ackerbau ist an einzelne günstige Plätze gebunden, hat also einen Oasen- oder Inselcharakter» (33). Auch in Südsibirien fällt die Grenze des Ackerbaus mit der der Grassteppe gegen die Artemisiasteppe zusammen.

Wo in Algerien Hartlaubgebüsch von *Olea* und *Lentiscus*, Steineichenwald (*Quercus ilex*), auch Kiefernwald von *Pinus halepensis* vorkommt, da ist noch Ackerbau auf Regenfall möglich, auch noch wo die Assoziation des Dornstrauchs *Zizyphus lotus* herrscht. Dessen Trockengrenze fällt etwa mit der Trockengrenze des Ackerbaus zusammen. Die Halfa- und Artemisiasteppe dagegen sind nicht mehr dafür geeignet, wenn auch an der Nordgrenze ihrer Verbreitung hie und da noch Regenfeldbau in ihnen getrieben wird.

Auch in den Vereinigten Staaten von Amerika, auf dem Kolumbiaplateau z. B., hört der Regenackerbau etwa am Beginn der Artemisiasteppe auf. Ebenso ist es nach PLAETSCHKE (34) in der Mongolei, an der Westabdachung des Chingangebirges.

Somit gilt auf der Polarseite des Trockengürtels, d. h. im ganzen holarktischen Florenbereich, dass der Regenfeldbau etwa bis zum Beginn der Artemisiasteppe betrieben werden kann.

Auf der Südseite der Sahara pflegt man die baumdurchsetzten Graslandschaften der periodisch trocknen Tropen in drei Vegetationsgürtel abzustufen, die Feuchtsavannen (Zone guinéenne der Franzosen) mit Hochgras, laubwerfenden Bäumen und immergrünen Galleriewäldern, die anbaufähigen Trockensavannen (Zone soudanaise) mit Trockenwäldern breitläubiger, dornloser Bäume, doch auch schon mit Schirmakazien und Affenbrotbäumen, und die nichtanbaufähigen Trockensavannen oder Dornbuschsavannen (Zone sahélienne) mit niedrigem Gras, Dornsträuchern und mancherlei Sukkulenten. Die Feuchtsavannen haben Dauerflüsse, sind also humid, die oft Steppen genannten Trockensavannen (123) sind arid. Die Grenze beider fällt also mit der PENCKSchen Trockengrenze zusammen und kann als deren sichtbarer Ausdruck angesehen werden. Die Dornbuschsavannen sind nicht mehr anbaufähig, sondern nur noch gutes Weideland für Nomaden. Die Trockengrenze des Ackerbaus fällt mit der Grenze der anbaufähigen Trockensavanne gegen die Dornsavanne zusammen. Es spricht für die Richtigkeit oder Zweckmässigkeit der Dreiteilung des periodisch trocknen Gürtels, dass ihre Grenzen mit den beiden wichtigsten Trockengrenzen zusammenfallen.

Wo sich aus der Trockenzone höhere Gebirge erheben, die den Niederschlag auffangen, da nimmt mit der Höhe der Niederschlag zu und wir kommen in einer gewissen Höhenlage an die Trockengrenze des Ackerbaus. Je trockner das Land ist, desto höher muss man ansteigen, bis genügend Niederschlag für den Anbau fällt, desto höher liegt seine Trockengrenze. Daher ist in sehr trocknen Gebieten, z. B. im tibetanischen Hochland und in der Puna de Atacama, überhaupt kein Anbau möglich, weil in der Höhe, wo der Niederschlag für den Ackerbau ausreichen würde, die Temperatur nicht mehr genügt. Die Höhenlage der PENCKSchen Trockengrenze ist für Nordamerika von PITTELKOW (120), für Südamerika von SORGE (106), für Algerien von mir (121) festgelegt worden. Über die Höhenlage der Trockengrenze des Ackerbaus dagegen haben wir nur wenige Angaben aus den innerasiatischen Gebirgen und Südamerika (S. 33). Da sie stets in trockneren Landstrichen liegt, als die PENCKSche Grenze, so müssen wir sie in den Gebirgen tiefer ansetzen als diese. Die PENCKSche Trockengrenze dürfte etwa mit der untern Waldgrenze zusammenfallen, die Trockengrenze des Ackerbaus liegt darunter, in der Steppe der untersten Berghänge.

Die Höhengrenze des Ackerbaus steigt äquatorwärts an von ganz geringer Meereshöhe in der Nähe seiner Polargrenze auf 1150 m im Schwarzwald, 2100 m in den Alpen bei Findelen (Wallis) und auf 3400 m in Ecuador. Die grössten Höhen erreicht sie in Nordbolivien in der Gegend des Titicacasees mit 4200 m und im Tal des obern Brahmaputra und im NW-Himalaja mit 4600 m, also in Trockengebieten, die zugleich Gegenden starker Massenerhebung sind. Nach einer Angabe, die noch der Bestätigung und Begründung bedarf, erreicht der Anbau auf den Rupschu-Hochflächen des nordwestlichen Himalaja sogar 5200 m (S. 17). Da die Höhengrenze des Ackerbaus in allen Breitengürteln zwischen seinen beiden Polargrenzen vorkommt, so ist ihr Klima sehr verschieden, wenn auch nach der Temperatur der Wachstumsperiode ähnlich. In den gemässigten Breiten wechselt ein in der Höhe strenger Winter mit einem durch die starke Strahlung wärmereichen Sommer. Die starke und lange Schneebedeckung des Winters, Früh- und Spätfröste, früher Schneefall, schränken die Wachstumszeit ein und schädigen den Anbau, wenn sie etwa eintreten, bevor die Ernte reif ist. In den Tropen dagegen haben wir jahraus jahrein ungefähr dieselbe Durchschnittstemperatur des Tages. Da aber die Tagesschwankungen gross sind, besonders, bei der starken Strahlung der grossen Meereshöhe, die Schwankungen der bodennahen Luftschicht und des Bodenklimas, so findet in gewissen Höhenlagen, die im andinen Hochland von der Ackerbaugrenze noch erreicht werden, überaus häufiger Frostwechsel statt. Er ist, wie TROLL uns lehrte (S. 31), eine wichtige Grundlage der dichten Besiedelung und der Kultur des Anden-Hochlands. Die Vegetationszeit erstreckt sich unter Umständen auf das ganze Jahr, ihre Länge ist hier von geringer Bedeutung.

In Gebirgen sind die örtlichen Verschiedenheiten der Erwärmung so gross, dass wir, wie R. PEATTIE betont, nur mit Einschränkungen von einer bestimmten Lage der Höhengrenze sprechen

können (122). Jedermann weiss, dass auf der Sonnenseite der Anbau viel höher hinaufreichen kann als auf der Schattenseite, ja dass schon die verschiedene Hangneigung hier viel ausmacht. Günstige Auslage zur Sonne lässt alle Höhengrenzen örtlich bedeutend ansteigen. In den Tropen ist dieser Unterschied gering.

Wichtig ist in gemässigten Klimaten die Dauer der Schneedecke, die ausser von der Meereshöhe und der Menge des Schneesiederschlags ebenfalls von der Besonnung und vom Neigungswinkel abhängt. Eine lang andauernde Schneedecke verhindert nicht nur die Aussaat, so lange sie liegt, sondern verzögert durch die benötigte Schmelzwärme und (nach dem Schmelzen) Verdunstungswärme auch die Erwärmung des Bodens erheblich. Auch starker Wind behindert durch die physiologische Austrocknung das Gedeihen der Pflanzen. Das erkennt man am klarsten daran, dass an Kämmen und Gipfeln die Waldgrenze unter ihrer sonstigen Höhe liegt. Entsprechendes kann man auch an der Ackerbaugrenze gelegentlich beobachten. Auch die örtlichen Bodenverhältnisse entscheiden über die Möglichkeit des Ackerbaus. Allzufuchte Böden, Moorböden, sind ungünstig, ebenso verhindert zu grosse Steilheit den Ackerbau auch bei günstigen Bestrahlungs- und Wärmeverhältnissen. Wird er nicht physisch unmöglich, so wird er doch wirtschaftlich nicht mehr lohnend, weil er zu viel Arbeit erfordern würde, z. B. für das Terrassieren der Hänge. Die Angaben über die Höhe der Ackerbaugrenze beziehen sich stets auf günstige Ortslagen.

Wo feuchtere Gebirge sich aus Trockengebieten erheben, gibt es zwei Höhengrenzen des Ackerbaus, eine untere und eine obere. Nur die obere ist die Kältgrenze, die der Höhengrenze der feuchten Gebiete entspricht. Nach unten aber hört der Ackerbau wegen mangelnden Niederschlags auf, die untere Grenze ist die Trockengrenze des Ackerbaus. Daher umzieht ein mehr oder weniger breiter Ackerbaugürtel die Gebirge der Trockengebiete. Er keilt da aus, wo die Trockengrenze so hoch ansteigt, dass sie mit der Höhengrenze zusammentrifft (S. 12, 33).

Im gemässigten Klima bleibt der Anbau stets einige hundert Meter unter der Waldgrenze zurück wie auch der polare Ackerbau hinter der Waldgrenze zurückbleibt. In tropischen Hochländern weniger feuchter Zonen aber — Abessinien, peruanisch-bolivianisches Hochland — reicht er über den Waldgürtel in das Höhengrasland hinein. Das Höhengrasland wird in gemässigten Breiten im Sommer zur Viehzucht, zur Alpwirtschaft, benutzt und ist im schneereichen Winter unbewohnt. In den Tropen aber ist es, sofern die Besiedelung überhaupt so hoch hinaufgeht, dauernd bewohnt und dient noch über der Ackerbaugrenze der von Dauersiedlungen aus betriebenen Viehzucht (Abessinien, Peru-Bolivien).

Daraus ergibt sich ein besonderes Verhältnis der Siedlungsgrenze zur Anbaugrenze. Im gemässigten Gürtel reichen die höchsten Dauersiedlungen meist ungefähr so hoch, wie der höchste Anbau, eher bleiben sie etwas dahinter zurück; darüber gibt es noch die im Sommer besetzten Sennhütten der Alpwirtschaft. Im bolivianischen Hochland und in Abessinien aber steigen die Dauersiedlungen der Weidewirtschaft noch höher empor, als die höchsten Ackerbausiedlungen, nämlich in Bolivien bis 4700 m.

d) Kulturpflanzen an den Grenzen

Nur eine recht beschränkte Auswahl von Kulturpflanzen kann an den klimatischen Grenzen des Ackerbaus noch gedeihen. Bedenkt man die grosse Verschiedenheit der Klimate, um die es sich an den verschiedenen Grenzen handelt — kalte und heisse, trockne und feuchte Klimate — so erscheint die Gleichartigkeit der Kulturpflanzen an verschiedenen Grenzen überraschend. Zwar gibt es keine Kulturpflanze, die überall an den klimatischen Grenzen vorkommt. Aber die Gerste ist doch das letzte Getreide, das sowohl an der Polargrenze als auch an der Höhengrenze und an der Trockengrenze des Ackerbaus angebaut wird. Sie verdankt

dies dem Umstand, dass sie die kürzeste Vegetationszeit von allen Getreidearten hat. Durch Züchtung widerständiger Sorten reicht neuerdings auch der Weizen bis an die Trockengrenze und an die Polargrenze des Anbaus. Nur auf der Äquatoralseite des Trockengürtels fehlt die Gerste, weil das Klima zu heiss ist.

An der Trockengrenze des Anbaus ohne Bewässerung ist zwar der Grad der Trockenheit überall ungefähr derselbe, aber die Temperatur ist sehr verschieden. Auf der Polarseite des Trockengürtels, besonders in den innerkontinentalen Teilen, herrschen strenge Winter, auf der Äquatoralseite haben wir dauernd tropische Temperaturen. Dem entsprechen verschiedene Kulturgewächse: Auf der Polarseite Gerste, Weizen, Ölbaum, Sonnenblumen, auch Hirse, Erbsen (S. 21), auf der Äquatoralseite tropische Hirsearten, von denen die Rohrkolbenhirse (*Pennisetum spicatum*) am besten die Trockenheit aushält, Erdnuss, bei etwas geringerer Trockenheit auch Mais und Baumwolle. Dabei kommt in Innerasien und im Innern Nordamerikas wegen der Winterkälte nur Sommergetreide, in den Atlasländern wegen der Sommertrockenheit und an der südafrikanischen Trockengrenze wegen zu hoher Sommertemperatur nur Wintergerste und -weizen in Frage.

Erstaunlich gleichartig sind die Kulturpflanzen, die, über die ganze Erde verteilt, sowohl an der Polargrenze als auch an der Höhengrenze des Anbaus vorkommen. Darin spricht sich die Gleichartigkeit der Lebensbedingungen an diesen Grenzen aus, einerlei, in welcher Höhen- und Breitenlage wir uns befinden. Höhengrenze und Polargrenze sind beide Kältengrenzen. Die tropischen Kulturpflanzen können nicht in diesen kühlen Gegenden gedeihen, wir finden solche der kühleren gemässigten Zone, vor allem die Gerste. Auch Hafer, Roggen, Weizen, als Sommergetreide, Wurzelfrüchte, wie Kartoffeln, Rüben, Rettiche, Radieschen, verschiedene Kohlarten, Himbeeren, Stachelbeeren, Johannisbeeren, werden an der Polargrenze und an der Höhengrenze angebaut. Die Wurzelfrüchte, besonders die Kartoffel, der Kohl und sogar Himbeeren und Stachelbeeren, gehen an der Polargrenze noch über den Getreidebau hinaus.

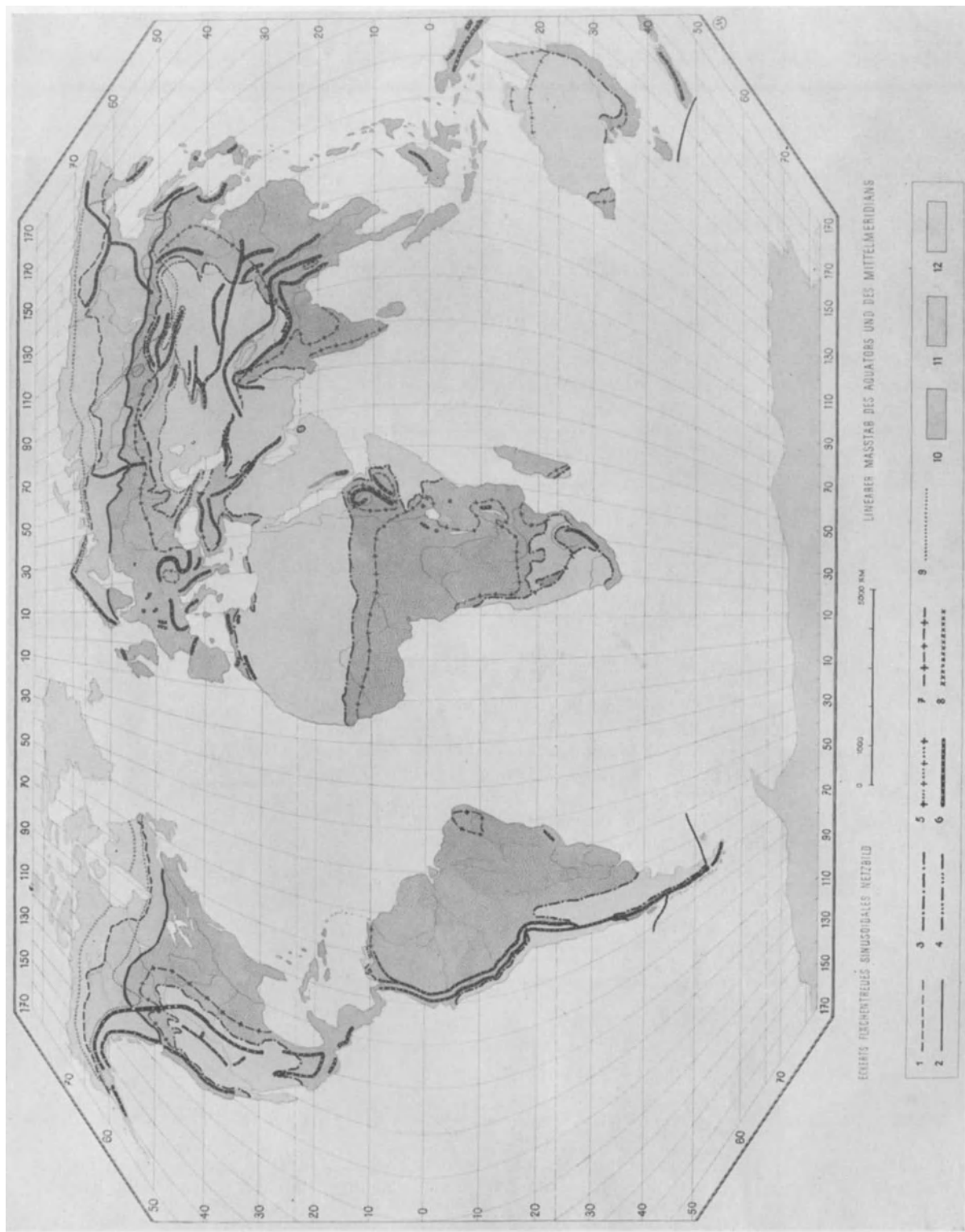
Am weitesten verbreitet sind die aus Vorderasien stammende Gerste und die aus dem bolivianischen Hochland stammende Kartoffel. Gerste wird in den Hochanden Südamerikas, in Abessinien, im Himalaja ebenso angebaut wie in Hammerfest oder Jakutsk. Die Kartoffel hat sich von ihrer bolivianischen Heimat in die gemässigte Zone bis an die Polargrenze des Anbaus verbreitet und erreicht auch in den Gebirgen die Höhengrenze. Sie gedeiht an der polaren Ackerbaugrenze der Südhalbkugel auf der chilenischen Insel Chiloe ebenso wie in Alaska und Nordkanada oder in Nordrussland und Sibirien. In Nebraska erreicht sie auch die Trockengrenze des Anbaus (S. 28).

Alle Getreidearten der gemässigten Zone, Weizen, Roggen, Gerste, Hafer, gedeihen auch in den Höhen der tropischen Gebirge, wenn sie auch nicht ganz so hoch hinaufgehen wie die Gerste. Ferner spielen Erbsen und Bohnen in den höheren Gebirgslagen der Tropen eine wichtige Rolle (Ostafrika S. 23; Iberoamerika). Dem andinen Hochland eigentümlich sind die Oka (*Oxalis tuberosa*) und die Quinoa (*Chenopodium Quinoa*). Ob sie, wie die Kartoffel, auch in andern Gebieten gedeihen würden, müssten Versuche lehren!

Unsere Übersicht über die klimatischen Grenzen des Ackerbaus hat gezeigt, dass die möglichen Grenzen in vielen Fällen noch nicht erreicht sind und dass der Ackerbau noch weiter ausgedehnt werden kann. Damit dies erfolgreich geschehen kann, ist aber noch viel Forschungsarbeit nötig, vor allem Erforschung der klimatischen, mikroklimatischen und bodenklimatischen Bedingungen an den Anbaugrenzen, sowie Verbesserung der Anbaumethoden und Züchtung neuer Sorten. Diese Forschungen werden sowohl der theoretischen Erkenntnis dienen als auch der praktischen Planung die Wege ebnen und für die Ernährung der Menschen Neuland erschliessen.

Die klimatischen Grenzen des Ackerbaus

Von FRITZ JAEGER



Erläuterung zur Karte

1 = Äusserste Polargrenze vereinzelter Ackerbau. 2 = Polargrenze grösserer Anbauflächen. 3 = Trockengrenze des Ackerbaus auf Regenfall. 4 = Äusserste Trockengrenze vereinzelter Ackerbau auf Regenfall. 5 = Vermutliche Grenze möglichen Regenfeldbaus. 6 = Gebirge, die sich über die Höhengrenze des Ackerbaus erheben. 7 = PENCK'SCHE Trockengrenze (Niederschlag = Verdunstung, nur angegeben, wo sie nicht mit Gebirgen oder der Ackerbaugrenze annähernd zusammenfällt). 8 = Polargrenze des Waldes. 9 = Äquatorialgrenze des dauernd gefrorenen Bodens. 10 = Gemässiger und tropischer Ackerbaugürtel. 11 = Subpolare und trockene Gebiete mit ganz vereinzeltem Anbau oder mit Anbaumöglichkeit. 12 = Polargürtel ohne jeden Anbau und Trockengürtel ohne Regenfeldbau. *Berichtigung der Karte.* Die Polargrenze grösserer Anbauflächen (Signatur 2) ist durch Finnland fortzusetzen, dicht nördlich des Finnischen Meerbusens. Die Trockengrenze des Ackerbaus (Signatur 3) fehlt zum Teil in der Umrandung des Tieflandes von Aserbeidschan, weslich vom Kaspischen Meer; sie ist undeutlich (grauer Streifen, statt strichpunktierter schwarze Linie) am Westfuss des Tienschan und am oberen Indus; sie fehlt rings um das Anbaugesbiet von Yemen. Der Kamerunberg erhebt sich über die Ackerbaugrenze, erhält also Signatur 6.

Schriften

1. JAEGER, F. Neuer Versuch einer anthropogeographischen Gliederung der Erdoberfläche. Petermanns Mitt. 1943, S. 313—323, Tafel 41.
- 1a. GILLMAN, C. A Population Map of Tanganyika Territory. Daressalam 1936.
2. HOLLSTEIN. Eine Bonitierung der Erde auf landwirtschaftlicher und bodenkundlicher Grundlage. Petermanns Mitt. Ergänzungsheft 234, Gotha 1937.
3. SOWJETATLAS MIRA. Moskau 1937, Karte 155/156.
4. PENCK, A. Versuch einer Klimaklassifikation auf physiogeographischer Grundlage. Sitzber. Preuss. Akad. Wiss. Math.-phys. Kl. 1910, 236 ff.
5. FALKNER, F. R. Beiträge zur Agrargeographie der afrikanischen Trockengebiete. Geogr. Abh., Dritte Reihe, Heft 11, Stuttgart 1939.
6. Agricultural Atlas of Sweden, Stockholm 1938.
7. TSCHELINZEV, A. N. Landwirtschaftsgeographie von Russland, Berlin 1923, Prag 1924 (russisch).
8. WERTH, E. Die alte (vorrussische) Nordgrenze des Ackerbaus in Asien. Z. Ges. Erdkunde Berlin 1941, 379—387.
9. RUDOLPH MARTIN. Jäderer, eine südnorwegische Landschaft. Geogr. Z. 1926, 169—184.
10. WALTER, H. Die Vegetation des europäischen Russland. Berlin 1942, S. 125 ff.
- 10a. PROKOPOVICZ. Die natürlichen Hilfsquellen der UdSSR. Zürich/New York 1944, S. 17, nach G. Tanfiliew. Die Waldgrenze des arktischen Russland, Odessa 1911 (russisch), S. 175, 186, 212.
11. IVANOV, K. K. Der nördliche Ural in kolonialisatorischer Hinsicht. (Nordasien 1928, Heft 3, S. 27—48, russisch.)
12. POHLE, R. Beiträge zur Kenntnis der westsibirischen Tiefebene. Z. Ges. Erdkunde, Berlin 1918, S. 1—48, 1919, S. 325—442, 1921, S. 238—256, besonders S. 252, 253.
13. ZINSERLING, J. D. Die nördlichen Grenzen der Landwirtschaft. Leningrad 1925. Auszug in Nordasien 1927, Heft 2, S. 118 f. (russ.).
- 13a. «Der Sowjetische Norden» 1934, Heft 5, S. 85 ff. (russ.).
14. Handbuch der Klimatologie, hrsg. v. Köppen und Geiger, Band III, Teil N2 (1939), Klimatabellen über Sowjet-russland.
15. BERG, L. Les régions naturelles de l'URSS. Paris 1941.
16. KOMAROV, V. L. Einführung in das Studium des Pflanzenlebens in Jakutien, Leningrad 1926. Auszug in Nordasien 1927, Heft 1, S. 150 ff.
17. ANGER, H. Sibirien im Handbuch der Geographischen Wissenschaft, hrsg. v. Klute, Band Nordasien, Zentral- und Ostasien, S. 187.
18. NOWAKOWSKY, STANISLAUS. Climatic provinces of the russian Far East in relation to human activity. Geogr. Review 12, 1922, 100—115.
19. BONTSCH-OSMOLOVSKIJ, A. Das Kamtschatisch-tschuktschische Land. Nordasien 1925, Heft 1/2, S. 77—89.
- 19a. LAPTEW, J. D. Die Standortverteilung der sozialistischen Getreidewirtschaft (russisch).
- 19b. LAPTEW, daselbst nach der Zeitung Tichookeanskaja swesda 17. 2. 1938.
- 19c. BARTZ, F. Die Aläten. Z. Ges. Erdkunde Berlin 1943, S. 217.
20. BRUTZKUS, B., v. POLETIKA, W. und v. UGRIMOFF, A. Die Getreidewirtschaft in den Trockengebieten Russlands, Stand und Aussichten. (Berichte über Landwirtschaft. Zeitschr. f. Agrarpolitik u. Landwirtschaft, hrsg. v. Reichsministerium f. Ernährung u. Landwirtschaft, N. F. 67. Sonderheft) Berlin 1932, bes. S. 62—67.
21. GRADMANN, R. Die Steppen des Morgenlandes. Geogr. Abh., Dritte Reihe, Heft 6, Stuttgart 1934.
22. MACHATSCHKEK, F. Landeskunde von Russisch-Turkestan, Stuttgart 1921, bes. S. 147, 148.
23. VALKENBURG Agricultural Regions of Asia. Economic Geogr. Band 1930.
24. HAUDE, W. Grenzen verschiedener Trockenklimate in Zentralasien. Sven-Hedin-Festschrift, Geogr. Annaler XVII., 1935, S. 112—129.
25. Handbuch der Geographischen Wissenschaft, Band Vorder- und Südasiens.
26. GRECARD, Haute-Asie, in Géographie Universelle, hrsg. v. Vidal la Blache und Gallois, Band VIII, bes. Karte S. 271.
27. LEIMBACH. Landeskunde von Tuwa. Petermanns Mitt. Ergh. 222, Gotha 1936, S. 78.
28. = 26, S. 256.
- 28a. LOUIS, H. Die natürliche Pflanzendecke Anatoliens. (Geogr. Abh. 3. Reihe, Heft 12.) Stuttgart 1939. S. 28.
29. = 15.
30. WILHELMY, HERBERT. Das Wald-, Waldsteppen- und Steppenproblem in Südrussland. Geogr. Z. 1943, 161—188.
31. WALTER, H. Die Probleme der Dürrebekämpfung in Russland im Hinblick auf afrikanische Trockengebiete. Beiträge zur Kolonialforschung, Band 1, 1941, S. 45—66.
32. TULAIKOV, N. M. Agriculture in the dry region of the USSR. Economic Geography 1930, S. 54 ff.

33. KELLER, B. Die Vegetation der Salzböden in der grossen Halbwüste des Bundes der SSR. Vegetationsbilder. hrsg. v. Karsten und Schenck, Reihe 18, Heft 8, Jena 1928.
34. PLAETSCHKE, BRUNO. Landschaftliche Wesenszüge der östlichen Gobi. Wiss. Veröff. d. Deutschen Museums f. Länderkunde, Leipzig. N. F. 7, 1939, S. 120 ff.
35. DAMM, I. Die innere Mongolei. Geogr. Z. 1942, S. 205.
36. TICHY, H. Reise nach Pailingmiao. Das Reich, Nr. 52, 26. Dez. 1943.
37. KREBS, N. Vorderindien und Ceylon. Stuttgart 1939, S. 34, S. 321.
38. BRAUN, G. Die nordischen Staaten, Breslau 1924. Karte Tafel III.
39. BERGHAUS. Tabelle der Höhengrenzen, Geogr. Jahrb. V 1874, 472 ff.
40. Eigene Beobachtung.
41. FRÜH, J. Geographie der Schweiz, St. Gallen, 1930—1938, Band II, S. 95, III, S. 675.
42. LAUTENBACH, H. Spanien und Portugal, im Handbuch d. geogr. Wiss., Band Südost- und Südeuropa.
43. MERZBACHER, G. Die Gebirgsgruppe Bogdo Ola im östlichen Tienschan. Abh. K. Bayr. Akad. Wiss. Math.-phys. Kl. 27. Bd. 5. Abh. München 1916, S. 130.
44. = 22, S. 187.
45. = 22, S. 231.
46. = 22, S. 149 und ARVED SCHULTZ, Russisch-Turkestan (Handb. geogr. Wiss., Band Nordasien, Zentral- und Ostasien). Potsdam 1937, S. 237.
- 46a. BARTSCH, G. Jahrb. Geogr. Ges. Hannover 1934/35, S. 154.
47. SION. Asie des Moussons (Geographie Universelle, Band IX, S. 73).
48. WEGENER, G. China. (Handb. G. Wiss., Band Nordasien, Zentral- u. Ostasien.) Potsdam 1937, S. 400 und 404.
- 48a. HELBIG, KARL. Vorderindien (Handb. d. Geogr. Wiss., Band Vorder- und Südasiens.) Potsdam 1937, S. 284.
49. HEIM, ARNOLD u. A. GANSSER. Thron der Götter. Zürich u. Leipzig, 1938.
50. BEHRMANN, W. Ozeanien (Handb. G. Wiss., Band Australien, Ozeanien, Antarktis). Potsdam 1930.
51. LEAHY, M. The central highlands of New Guinea. Geogr. Journal 87, 1936, 229—262.
- 51a. SCHWARZENBACH. Beiträge zur Geschichte des Oberengadins im Mittelalter und zu Beginn der Neuzeit. Diss. Zürich, 1931.
- 51b. Mitteilung von Prof. Dr. P. VOSSELER.
52. WETTSTEIN, O. Anthropogeographie des Safientals. Diss., Zürich, 1910.
53. FORRER N. und WIRTH W. Juf (Avers). Schweizer Geograph 2. 1925, S. 97—103, 113—117.
ZWEIFEL, A. Ausser Ferrara. Dasselbst, 1930, S. 136.
54. WEIGOLD, HUGO. Südost-Tibet als Lebensraum. (Jahrb. Geogr. Ges. Hannover 1934, 1935. Hannover 1935. S. 203—247.
55. = 5, S. 17.
56. FALKNER, R. Die Trockengrenze des Regenfeldbaus in Afrika. Petermanns Mitt. 1938, 209—214. Karte 1: 12000000.
57. BERNARD, A. L'Afrique septentrionale et occidentale. (Géogr. Universelle, Bd. XI, Paris 1937.) S. 163, 164, 154.
58. MAURETTE, F. Afrique équatoriale, orientale et australe. (Géogr. Universelle, Bd. XII.) S. 167.
59. SCHOTTENLOHER, R. Petermanns Mitt. 1939, S. 265—277 und Z. f. Erdkunde, Bildbericht zu Heft 11.
60. TROLL, C. Petermanns Mitt. 1939, 217—238.
61. DOVE, K. Kulturzonen von Nordabessinien. Petermanns Mitt. Ergh. 97, Gotha 1890.
62. FREIBERG, H. Das Ruwenzorigebirge in Zentralafrika. Diss. Leipzig 1929.
63. WEISS, M. Das Vulkangebiet 1:100000. 2 Blätter. (Wiss. Ergebnisse der Deutschen Zentralafrika-Expedition 1907/08, Band I.)
64. MEYER, HANS. Ergebnisse einer Reise durch das Zwischenseengebiet Ostafrikas 1911. Mitt. a. d. deutschen Schutzgebieten, Ergänzungsheft 6, Berlin 1913, S. 37.
65. CASE, C. The pastoral and agricultural industries of Kenya colony and protectorate. Economic Geography 6, 1930, S. 243—256.
66. JAEGER, F. Das Hochland der Riesenkrater usw. Band II. Mitt. a. d. Deutschen Schutzgebieten, Ergänzungsheft 8, Berlin 1913, S. 202.
67. UHLIG, C. Artikel Ukinga im deutschen Koloniallexikon, Berlin 1920.
68. GILLMAN, C. South West Tanganyika Territory. Geogr. Journal 69, 1927, 97—131.
69. ROCH, CARL. Anthropogeographische Höhenzonen in Deutsch-Ostafrika. Diss. Berlin, ungedruckt. Auszug im Jahrbuch der Dissertationen der Philos. Fakultät der Friedrich-Wilhelms-Universität zu Berlin, Dekanatsjahr 1923/24. Berlin 1925, S. 258—266.
70. KOHLSCHÜTTER, E. Karte des Ukingagebirges 1:100000. Mitt. D. Schutzgeb. 1908, Karte 1.
71. HASSERT, KURT. Das Kamerungebirge. Mitt. D. Schutzgeb., Bd. 24, S. 146 ff. und Karte 3.
72. OBST, E. Reisen und Forschungen im Basutoland 1935/36. Frankfurter Geogr. Hefte XI, 1937, 99—103, Bes. S. 100.
73. TAYLOR, GRIFFITH. Agricultural regions of Australia. Economic Geography 1930, S. 109—134, 213—242. Karte.
- 73a. = 75, Seite 88, 89.
74. GEISLER, W. Die wirtschaftlichen Verhältnisse Australiens, ihre Grundlagen und Entwicklungsmöglichkeiten Mitt. Geogr. Ges. Hamburg 39, 1928, 136—179, Kärtchen S. 142.

75. GEISLER, W. Australien und Neuseeland (Handb. d. Geogr. Wiss., Band Australien usw. Wildpark-Potsdam 1930). S. 202.
76. ENGELBRECHT, TH. H. Die Landbauzonen der Erde. Petermanns Mitt. Ergänzungsheft 209, Gotha 1930.
77. ALBRIGHT, W. D. Gardens of the Mackenzie. Geogr. Review 1933, 1—22.
78. MÜLLER, MARTIN. Koloniale Wirtschaft und Besiedelung des subarktischen Westens von Nordamerika. Diss. Leipzig 1935, S. 43—46.
79. BARTZ, FRITZ. Alaska, Rohstoff- und Raumreserve. (Lebensraumfragen, Bd. III, 1. Leipzig 1943, S. 183—208.)
80. BAKER, O. E. Agricultural Regions of North America. Economic Geography 1929, 1930.
81. SCHMIEDER, O. Länderkunde von Nordamerika. Enzyklopädie der Erdkunde, Leipzig und Wien 1933.
82. MILLER and PARKINS. Geography of North America, New York u. London 1934.
83. MACHATSCHEK, F. Klima-, Siedlungs- und Wirtschaftsprobleme im neuen Mittelwesten der USA. (Lebensraumfragen III, 1, Leipzig 1943) S. 617—676.
84. Atlas Termopluviometrico de la Republica Mexicana. Mexico 1923.
85. DIETRICH, B. Nordamerika. Handbuch d. Geogr. Wiss. Band Nord- u. Mittelamerika. Potsdam 1933, S. 71.
86. BOWMAN, I. Jordan Country. Geogr. Review 1931. 22—55.
87. ANDERSON, E. S. The potato industry of Nebraska. Economic Geography 6, 1930, 37—53.
88. BROWNE, W. A. Agriculture in the Llano Estacado. Econ. Geogr. 13, 1937, 155 - 174.
89. SAPPER, K. Das nördliche Mittelamerika. Braunschweig 1897, S. 402/03.
90. TAYLOR, GR. Settlement zones in the Sierra Nevada de Sta. Marta, Colombia. Geogr. Review 21, 1931, 539—558.
91. DENIS, P. L'Amérique du Sud. (Géographie Universelle, Bd. XV, Paris 1927.)
92. SIEVERS, W. Süd- und Mittelamerika. Leipzig 1914. S. 397.
93. TROLL, C. Die Cordillerenländer. (Handb. d. geogr. Wiss., Band Südamerika, Wildpark-Potsdam 1930.) S. 351.
94. KINZL, H. Die Cordillere von Huayhuash (Peru). Z. Ges. Erdkunde, Berlin 1942, S. 31.
95. TROLL, C. = 93, S. 309.
96. SCHMIEDER, O. The East Bolivian Andes. Univ. of California, Publications in Geography Vol 2, Nr. 5. Berkeley 1926, S. 122.
97. = 91, S. 384.
98. Persönliche Mitteilung von H. MORTENSEN.
99. TROLL, C. Die Stellung der Indianerhochkulturen im Landschaftsaufbau der tropischen Anden. Z. Ges. Erdkunde Berlin 1943, 93 - 128.
100. TROLL, C. Zeitschr. Ges. Erdk. Berlin 1929, 280—312, bes. S. 309.
101. JUNGE, MAX. Durch Urwald und Pampa, Berlin 1937.
102. KÜHN, F. Wirtschafts- und Verkehrskarte von Argentinien. Petermanns Mitt. 1930, Tafel 3.
103. KNOCH, CH. Chile im Handb. geogr. Wiss., Band Südamerika, S. 305.
104. FESTER, G. Beobachtungen im argentinischen Feuerland. Petermanns Mitt. 1939, S. 50—58.
105. KÜHN, F. Die Falklandsinseln. Handb. geogr. Wiss., Band Südamerika, S. 143.
106. SORGE, F. Die Trockengrenze Südamerikas. Z. Ges. Erdk. Berlin 1930.
107. MAULL, O. Brasilien. Handb. geogr. Wiss. Band Südamerika, S. 198
108. = 107, S. 203.
109. = 91, S. 104.
- 109a. Briefliche Mitteilung von O. MAULL.
110. MORTENSEN, H. Die Landschaft Mittelchiles. Verh. 22. D. Geographentages Karlsruhe. Breslau 1928, S. 113—129, bes. S. 125.
111. Roh geschätzt nach der Karte von TROLL in 95, S. 363.
112. KANTER, H. Der Gran Chaco. Hamburger Univ. Abhandlungen, S. 358.
113. = KÜHN, F. Argentinien. Handb. geogr. Wiss., Südamerika, S. 116.
114. SCHMIEDER, O. Die Cordillera del Chani. Bremen, o. J. (1924) S. 32—34.
115. TROLL, C. Die zentralen Anden. Z. Ges. Erdkunde Berlin, Jubiläumsband 1928, 92—118, bes. S. 113.
116. = 93, S. 327.
117. JAEGER, F. Trocknet Afrika aus? Geogr. Z. 1944.
118. ALBRIGHT, W. D. Crop growth in high latitudes. Geogr. Review 1933, 608—620.
119. SYDOW-WAGNER. Methodischer Schulatlas, Gotha 1931, Nordpolarkarte, Nr. 60.
- 119a. SYDOW-WAGNER, Schulatlas, Gotha 1943, Nordpolarkarte, Nr. 59.
120. PITTELKOW, J. Die Trockengrenze Nordamerikas. Diss. Berlin 1928.
121. JAEGER, F. Trockengrenzen in Algerien. Petermanns Mitt., Ergänzungsheft 223. Gotha 1936.
122. PEATTIE, R. High limits of mountain economics. Geogr. Review 1930. 415—428.
123. JAEGER, F. Zur Gliederung und Benennung des tropischen Graslandgürtels. Verh. Naturf. Ges. Basel LVI, 2. 1945. Manuskript abgeschlossen 15. Mai 1944.