

SUOMEN METSÄTIETEELLINEN SEURA. — FINSKA FORSTSAMFUNDET.

ACTA
FORESTALIA FENNICA

21.

ARBEITEN
DER
FORSTWISSENSCHAFTLICHEN GESELLSCHAFT
IN
FINNLAND.

HELSINGFORSIAE 1922.

SUOMEN METSÄTIETEELLINEN SEURA. — FINSKA FORSTSAMFUNDET.

ACTA
FORESTALIA FENNICA

21.

ARBEITEN
DER
FORSTWISSENSCHAFTLICHEN GESELLSCHAFT
IN
FINNLAND.

HELSINGFORSIAE 1922.
DIE STAATSDRUCKEREI FINNLANDS.

Acta forestalia fennica 21.

Cajander, A. K. , Zur Frage der gegenseitigen Beziehungen zwischen Klima Boden und Vegetation	1— 32
Cajander, A. K. , Zur Kenntnis der Einwanderungswege der Pflanzenarten nach Finnland	1— 16
Cajander, A. K. , Einige Reflexionen über die Entstehung der Arten	1— 12
Multamäki, S. E. , Tilastoa Pohjois-Suomen metsä- ja suotyypeistä	1— 23
R e f e r a t (Beiträge zur Statistik der Wald- und Moortypen Nordfinn- lands)	24— 26
Pekkala, Mauno , Verollepano- ja jakotoimituksista Kuusamon, Kemijärven ja Kuolajärven knihtikontrahtipitäjissä	1—230
R e f e r a t (Über die Steuerungs- und Landeinteilungsmassnahmen in den Kirchspielen Kemijärvi, Kuolajärvi und Kuusamo).....	1— 5

ZUR FRAGE DER
GEGENSEITIGEN BEZIEHUNGEN
ZWISCHEN
KLIMA, BODEN UND VEGETATION

VON
A. K. CAJANDER

HELSINKI 1921

Der vorliegende Aufsatz ist ein Auszug aus meinem Werke „Metsänhoidon perusteet. I. Kasvibiologian ja kasvimaantieteen pääpiirteet“ (Handbuch des Waldbaues. I. Grundzüge der Pflanzenbiologie und Pflanzengeographie), Porvoo 1916, XXIV+735 S. 8:o, auf welches des näheren verwiesen wird. Da dieses Handbuch nur in finnischer Sprache veröffentlicht worden und also dem ausländischen Leserkreis kaum zugänglich ist, ist es zweckmässig erschienen, einige Grundideen desselben zu referieren, vor allem die Frage nach den gegenseitigen Beziehungen zwischen Klima, Boden und Vegetation, die immer als eine der allergrundlegendsten der Pflanzengeographie gelten muss.

Helsinki (Helsingfors), im März 1921.

A. K. Cajander.

Das **Klima** unseres Planeten variiert ja innerhalb sehr weiter Grenzen, in der Verteilung der verschiedenen Klimate können aber, infolge der allgemeinen meteorologischen Verhältnisse der Erde, viele Regelmässigkeiten beobachtet werden.

Auf allen Kontinenten ist ja das Klima ¹⁾ um den Aequator am wärmsten und wird, wenn man die Jahresmitteltemperatur berücksichtigt, gegen die Pole hin kälter. Auf allen Kontinenten erstreckt sich um die Wendekreise, von der Westküste her beginnend, tief in das Binnenland ein trocknes, arides, Gebiet. Es ist am grössten in der alten Welt, wo es die Sahara, Arabien, Iran, Transkaspien, das Taklamakan und die Gobi umfasst. In Nord-Amerika ist das entsprechende Gebiet zwar kleiner, aber doch bedeutend genug; es beginnt an der kalifornischen und nordmexikanischen Küste und setzt sich, ganz wie in der alten Welt in nordöstlicher Richtung, in das Präriengebiet fort. In der südlichen Hemisphäre umfasst das entsprechende Gebiet das Ovamboland und die Kalahari-Wüste bis an die Grenze des ehemaligen Oranjestaates. Das Analogon zu ihm findet man in Südamerika beiderseits 20°, und zwar erstreckt es sich dort von der Westküste an bis zur Ostküste; ein zweites Analogon findet sich noch in Australien, wo sich das aride Gebiet von der Nordwestküste beinahe bis zur Ost- und Südostküste fortsetzt. In der nördlichen Hemisphäre findet man unmittelbar nördlich und in der südlichen Hemisphäre unmittelbar südlich von diesen ariden Gebieten

¹⁾ Die Darstellung basiert hauptsächlich auf W. KÖPPEN: Versuch einer Klassifikation der Klimate vorzugsweise nach ihren Beziehungen zur Pflanzenwelt (Geogr. Zeitschr. 1900, S. 593—611 u. 657—679). Köppen hat zwar später sein Klimasystem in einem Aufsatz, W. KÖPPEN: Klassifikation der Klimate nach Temperatur, Niederschlag und Jahreslauf (Peterm. Mitt. 64. 1918, S. 193—203, 243—248), etwas geändert, die Unterschiede zwischen den beiden Systemen sind jedoch ziemlich unbedeutend.

Gebiete mit mildem regenreichem Winter und warmem trockenem Sommer (das Mediterrangebiet, die Küste Kaliforniens, Kapland, Chile, Südwest-Australien). An der östlichen Seite der Kontinente gibt es unter den entsprechenden Breitengraden Gebiete mit mildem Winter und Sommerregen (das eigentliche China und das südliche Japan, die südöstlichen Vereinigten Staaten, Südbrasilien, Teile des südlichen Afrikas und von Australien). Weiter nördlich in der nördlichen Hemisphäre und südlich in der südlichen gibt es kühlere und immer kühlere Gebiete ohne ausgeprägte Regenzeiten.

Alle **Bodenbildungsprozesse**¹⁾ stehen unter dem Einfluss des Klimas: die Verwitterung, der Transport der Verwitterungsprodukte, die Auswaschung und die Humusbildung.

Die sog. chemische Verwitterung ist am intensivsten in den warmen, regenreichen Ländern. Je kühler und je trockener das Klima ist, umso langsamer geht die Verwitterung vor sich. In polaren Gebieten und in den Trockenwüsten geschieht die Verwitterung vorzugsweise durch physikalische Kräfte.

Die Auswaschung ist am grössten in regenreichen Klimaten. Am intensivsten ausgewaschen sind die tropischen Regengebiete, am wenigsten die subtropischen Wüstenböden. In den humiden Gebieten sind die Bodenlösungen dünn, in den ariden konzentriert; der Kalkgehalt des Bodens ist in den ariden Gebieten überhaupt bedeutend.

In den niederschlagsreichen Gegenden ist der Boden arm an absorptiv gebundenen Basen und reagiert deshalb sauer; ausserdem enthält der humide Boden wenigstens in den kühleren Lagen auch wirkliche Säuren. Tonböden sind sehr verbreitet. In aridem Klima entstehen mehr sandige und staubige Böden, deren Durchlüftung gut ist; die Tonigkeit ist gering, absorptiv gebundene Basen sind reichlich vorhanden, weshalb die Reaktion des Bodens mehr neutral oder basisch ist. — Da die Vegetation der ariden Gebiete weniger ununterbrochen bzw. ganz spärlich ist, kann der Wind die Bodenpartikel weit und breit transportieren; es gibt Gegenden, wo wegen der starken Deflation nur der Felsgrund bzw. die Steintrümmer zurückgeblieben sind.

Die Zersetzung der organischen Reste schreitet am schnellsten in humiden warmen Gebieten fort. Dort geht die Zersetzung fast ebenso schnell vonstatten, wie sich neue organische Abfälle anhäufen. Viel langsamer ist die Zersetzung der organischen Stoffe in kühlerem

¹⁾ Nach RAMANN, HILGARD, GLINKA, KOSSOWITSCH u. a.

Klima, wo deshalb auf dem Boden eine Humusdecke entsteht. Weil aber die Vegetation am weitesten im Norden und im Süden immer spärlicher wird und die Bildung von Pflanzensubstanz langsamer geschieht, hat die Humusbildung eine Maximalzone, von wo sie weiter polwärts abnimmt. Die Humusbildungen der humiden Gebiete haben einen mehr oder weniger sauren Charakter, die der ariden einen neutralen bzw. basischen. Durch die Azidität wird die Auswaschung des Bodens kräftig befördert. Der Humus der ariden Gebiete ist viel reicher an Stickstoff (in den Vereinigten Staaten nach HILGARD 15,87 %) als der der humiden (5,24 %), und wegen der tief eindringenden Wurzeln der Vegetation ist er tiefer mit Humus untermischt.

Die Bodenverhältnisse verändern sich also Hand in Hand mit den Klimaverhältnissen. Diese Korrelation ist natürlich am deutlichsten in Gebieten mit sehr einförmigen Naturverhältnissen. Kleinere Gebiete sind für die Konstatierung der Tatsache weniger geeignet; dort überwiegt vielfach der Einfluss der orographischen Verhältnisse, der Art und Beschaffenheit des Felsgrundes u. s. w., und zwar umso mehr, je einheitlicher das Klima und je wechselnder die geologischen und orographischen Verhältnisse sind.

Den Klimagebieten entsprechen somit analoge Bodengebiete. Wäre die Bodenfläche ganz eben und die Bodenart überall dieselbe, so wäre eine vollständige Korrelation zwischen Klima und Boden vorzusetzen. Die orographischen Verhältnisse (das Relief) und die Bodenart sowie einige andere Faktoren wirken hierbei, besonders in den Grenzgebieten, jedoch modifizierend ein.

So ist für die Bodenbildungsprozesse nicht das Verhältnis zwischen Niederschlag und Verdunstung an und für sich massgebend, sondern die Menge des in den Boden einsickernden Wassers. Die Grösse dieser Wassermenge hängt aber u. a. von der Bodenart ab. Feinere Bodenarten halten mehr Wasser als gröbere fest, weshalb jene in bezug auf die Auswaschung als arider zu betrachten sind als diese. In demselben Klima kann also von zwei nebeneinander gelegenen Böden der Sandboden humid sein, der feinkörnigere arid.

An den Nordhängen walten, wegen der geringeren Verdunstung, humidere Verhältnisse als an den von der Sonne stark insolierten Südhängen, und auch hierdurch können im selben Gebiet nebeneinander aride und humide Bodenbildungsprozesse vor sich gehen. Die Talsohlen können infolge des von den Hängen abfliessenden Wassers einer viel stärkeren Auswaschung ausgesetzt werden als die Hänge.

selbst. Wenn das Grundwasser bis in die Nähe der Bodenoberfläche rückt, werden die Bodenprozesse dadurch stark beeinflusst.

Auch die ursprüngliche chemische Zusammensetzung des Bodens ist nicht ohne Einfluss. Durch Kalk wird die Entstehung des milden Humus begünstigt, und infolgedessen findet man milden Humus mit relativ schwacher Auswaschung am weitesten nördlich vorzugsweise auf kalkhaltigem Grund. Auch sonst scheint der Kalk das Entstehen der Bodentypen der wärmeren Klimate zu befördern. So findet man ja die Roterden (terra rossa) des Mediterrangebietes am nördlichsten auf Kalkgrund, und sogar noch in Nord-Russland findet man auf Kalk stellenweise intensiv braun, rot und rotgelb gefärbte Böden (z. B. in der Umgebung von Wytęgra an der SE-Ecke des Onega-Sees auf devonischem Kalk).

Die Einflüsse der orographischen Verhältnisse sowie der chemischen und physikalischen Eigenschaften des Bodens auf die Begrenzung der Bodengebiete können edaphisch genannt werden, in Analogie mit den edaphischen Pflanzenformationen SCHIMPERS. Es gibt auch rein edaphische Bodentypen, die überhaupt nicht als klimatische, wenn auch als von dem Klima abhängige Bodentypen auftreten. Dazu gehören z. B. die Moore als Bodenbildungen.

Sind die Bodenbildungsprozesse vom Klima abhängig, so üben andererseits auch die Bodenverhältnisse einen gewissen Einfluss auf das lokale Klima aus. So ist die Erwärmung und die Erkaltung der Luft (z. B. die Fröste) in hohem Grade sowohl von der Bodenart wie von der Feuchtigkeit des Bodens und von der Orographie der Bodenfläche abhängig.

Die Pflanzendecke, die **Vegetation**, der Erde hängt in erster Linie vom Klima ab. Die Waldgrenze gegen die offene Tundra und gegen die waldlosen Hochgebirgsgebiete wird sowohl im kontinentalen wie im maritimen Klima, in der nördlichen wie in der südlichen Hemisphäre, in der Ebene wie im Hochgebirge durch die abnehmende Sommerwärme (ziemlich ausschlaggebend ist etwa die Isotherme $+10^{\circ}\text{C}$ des wärmsten Sommermonats) bestimmt. Gegen die Grasfluren der ariden Gebiete hin wird die Waldgrenze durch die zunehmende Trockenheit bedingt; nach KÖPPEN würde die monatliche Regenwahrscheinlichkeit von 0,36 das Minimum für den Waldwuchs darstellen. Der Wald erreicht seine grösste Ueppigkeit in regenreichen warmen Gebieten und nimmt von dort gegen die kühleren und trockneren an Ueppigkeit ab. Jenseits der Waldgrenze gegen die polaren Zonen kommt

Tundra, d. h. Moos- bzw. Flechtenvegetation mit dürrtigen Reisern, Kräutern und Gräsern, vor, jenseits der Waldgrenze gegen die ariden Gebiete Grasflur, bis die Vegetationsbedingungen so ungünstig werden, dass die Tundra in die Kältewüste und die Grasflur in die Trockenwüste übergeht. Die ganze ökologisch-biologische Struktur der Wald-, Grasflur- und Tundravegetation steht in enger Beziehung zum Klima.

Durch die Bodenverhältnisse wird aber der Einfluss des Klimas vielfach modifiziert. In den Grenzgebieten zwischen Wald- und Grasflur wächst Wald auf dem humiden Sandboden, wogegen die feinkörnigeren Bodenarten gemäss ihrer arideren Natur von Steppenvegetation bedeckt sein können. An der Waldgrenze gegen die Tundra werden die kühleren (und die windexponierteren) Lokalitäten früher waldlos als die wärmeren. In ariden Gebieten sind die Flussläufe, soweit der Boden feucht genug ist, mit Wald bewachsen (Galleriewälder), in den Waldgebieten aber werden die Uferstrecken, soweit das Grundwasser bzw. die Ueberschwemmung (Gezeiten u. dgl.) die Baumvegetation fernhalten und wenn die Vegetationsbedingungen sonst günstig sind, von ursprünglichen Grasfluren eingenommen, die allerdings im allgemeinen sehr schmal sind; die allermeisten sog. natürlichen Wiesen sind ja „Halbkulturprodukte“. Auf fruchtbarem Boden gehen die Pflanzenvereine der wärmeren Klimate am weitesten gegen Norden, und besonders werden sie durch reichlicheren Kalkgehalt des Bodens begünstigt.

Andererseits wirken die Vegetationsverhältnisse auf den Boden ein. Wegen des Waldschattens herrschen im Walde humidere Verhältnisse als auf nebenliegendem offenem Felde, trotzdem der Wassergehalt des Bodens im Bereiche der Baumwurzeln infolge der Verdunstung seitens der Bäume geringer ist und der Grundwasserspiegel tiefer liegt. Die Waldverwüstung in halbariden Gebieten, wo das Grundwasser immer tief liegt, befördert also die ariden Bodenbildungsprozesse (Schwarzerdebildung u. dgl.), wogegen eine Waldverwüstung in humidem Gebiet, wenn das Grundwasser untief liegt, wegen der Hebung des Grundwasserspiegels Bodenvernässung und Versumpfung hervorrufen kann. Die „Streu“ der edlen Laubhölzer befördert die Bildung des milden Waldhumus, diejenige z. B. der Fichte die Bildung von saurem Rohhumus.

Aber auch auf das lokale Klima übt die Pflanzendecke einen gewissen Einfluss aus. So ist die Waldluft während der Vegetationszeit etwas kühler als die Luft auf offenem Felde, und der Wald

stumpft die Wärme-Extreme etwas ab, sodass z. B. schwächere Fröste im Walde nicht zur Geltung kommen, wenn sich diese Wirkung auch nicht sehr weit in die Umgebung fortpflanzt. Auch auf die Luftfeuchtigkeit und die Regenmenge übt der Wald einen gewissen Einfluss aus. Weite Moorgebiete wirken recht bedeutend auf das lokale Klima ein.

Es besteht also ein beiderseitiges Abhängigkeitsverhältnis zwischen Klima, Boden und Vegetation. Sowohl die Bodenbildung wie die Vegetation sind im wesentlichsten Grade vom Klima abhängig, die Vegetation ausserdem vom Boden. Andererseits übt die Pflanzendecke einen nicht geringen Einfluss auf die Bodenbildung aus, man denke vor allem an die Moorbildung, und sowohl die Boden- wie die Vegetationsverhältnisse haben eine wenn auch geringe Wirkung auf das lokale Klima, von welchem letzterem wieder eine schwache Rückwirkung auf Boden und Vegetation zu verspüren ist.

Infolge der allseitigen Wechselbeziehungen zwischen Klima, Boden und Vegetation und vor allem wegen des dominierenden Einflusses des Klimas auf Boden und Vegetation müssen Klimatypen, Bodentypen und Hauptvegetationstypen¹⁾ bzw. Klimagebiete, Bodengebiete und Hauptvegetationsgebiete im grossen ganzen einander entsprechen. Da die Grenzen der Boden- und besonders der Vegetationsgebiete im allgemeinen schärfer ausgeprägt sind als die der Klimagebiete, muss man, um diese gegenseitigen Korrelationsverhältnisse am klarsten zum Ausdruck zu bringen, bei der Abgrenzung der Klimagebiete womöglich von den Boden- oder noch besser von den pflanzengeographischen Schwellenwerten ausgehen. Die beste Einteilung dieser Art ist unzweifelhaft die von RAMANN in seiner Bodenkunde besonders hervorgehobene Einteilung von KÖPPEN.

¹⁾ Die Hauptvegetationstypen in diesem Sinne bzw. die Hauptvegetationsformationen umfassen eine grosse Menge in verschiedener Weise gruppierter Vegetationstypen (Wald-, Grasflur- u. a. Typen), welche sich zu grossen geographischen Ganzen vereinen, in denen meistens eine gewisse ökologisch-biologische Gruppe der Vegetationstypen dominiert und dadurch dem Ganzen das Gepräge verleiht, während die anderen mehr „edaphisch“ auftreten; vgl. auch A. K. CAJANDER und Y. ILVESSALO: Ueber Waldtypen II (Acta forest. fenn. 20 und Fennia 43, 1921). — Durch die menschliche Kultur können die ursprünglichen Vegetationsverhältnisse mehr oder weniger verändert werden; wegen des Einflusses der Kultur auf die Vegetation und Flora — sowie des des Klimacharakters auf die Entstehung und Entwicklung der Kultur — vgl. Metsänhoidon perusteet I, 1916, S. 665—681.

Die folgende Einteilung der Klimate gründet sich in allem Wesentlichen auf KÖPPEN, wenn auch in Einzelheiten Abweichungen vorkommen und die nordischen Klimate weiter gegliedert sind. Die meteorologischen Daten sind in der Hauptsache dem Werke: J. HANN, Handbuch der Klimatologie. III. Bd. Klimatographie, entnommen. Wegen der hohen Druckkosten können aber die auf der Arbeit Hanns fussenden Klimatabellen meines Werkes „Metsänhoidon perusteet. I. Kasvibiologian ja kasvimaantieteen pääpiirteet“ 1916, S. 39—71, hier nicht reproduziert werden. Nur eine Tabelle, die über das fennoskandische Nadelwaldklima, wird unten als Beispiel wiedergegeben. Für die übrigen werden nur die betreffenden Ortsnamen angegeben, deren Klimate in den Tabellen von „Metsänhoidon perusteet“ enthalten sind.

Die Klimate werden zonenweise besprochen. Innerhalb derselben Zone werden die humiden und ariden Klimate in den mittleren Zonen als getrennte Gruppen behandelt; die Klimate der kühlen Zone und die humiden der gemässigten werden, besonders mit Rücksicht auf den Anbau der ausländischen Holzarten sowie auf die Landwirtschaft und den Gartenbetrieb, am weitesten gegliedert. Die Klimate können natürlich in verschiedener Weise gruppiert werden; der Uebersichtlichkeit halber ist die Gruppierung hier zonenweise geschehen. Die Klimate der Höhenstufen der Gebirge werden im Zusammenhang mit den entsprechenden Tieflandsklimaten behandelt. Die kältesten und die wärmsten Zonen werden nur ziemlich flüchtig erörtert, desgleichen die ariden Klimate.

Die Zone des ewigen Frostes.

Für keinen Monat übersteigt die Mitteltemperatur 0° C. Hierher gehören die wenig untersuchten Klimate in den nördlichsten und südlichsten Polargebieten sowie die der höheren Partien der höchsten Gebirge. In den Gebirgen fängt diese Stufe nach KÖPPEN in folgenden Höhen an:

Ben Nevis	2,000 m	absol. Höhe
Tauern	3,300	„ „ „
Pic du Midi	3,940	„ „ „
Ätna	3,980	„ „ „

Das fennoskandische

Land	Norwegen	Schweden			Finnland			
	Røros	Kaare- suanto	Haapa- ranta	Hernö- sand	Oulu	Kajaani	Vaasa	Jyväskylä
Nördliche Breite	62°34'	68°26'	65°50'	62°38'	65°1'	64°13'	63°5'	62°14'
Länge	11°23' E	22°30' E	24°9' E	17°37' E	25°27' E	27°46' E	21°32' E	25°44' E
Absol. Höhe . . .	630 m	330 m	9 m	105 m	10 m	145 m	15 m	100 m
Länge der Pe- riode, Jahre . . .	50	42	10	42	20	20	20	20
Januar	-10,6	-14,8	-12,0	-6,4	-9,3	-10,3	-6,2	-8,3
Februar	-10,9	-14,9	-11,4	-6,7	-10,8	-11,5	-7,6	-9,5
März	-7,6	-11,4	-9,1	-3,7	-6,9	-7,5	-4,8	-5,6
April	-1,9	-4,5	-1,4	1,2	0,3	-0,1	0,8	1,4
Mai	4,0	1,6	4,8	6,1	6,6	6,5	6,9	8,7
Juni	9,4	8,9	13,1	12,5	13,0	12,7	12,8	14,0
Juli	11,2	12,3	15,2	15,1	15,8	15,2	15,5	16,1
August	10,4	10,2	12,2	13,8	13,5	12,6	13,8	13,7
September	6,3	4,9	7,1	9,8	8,1	7,3	9,3	8,7
Oktober	0,2	-2,8	1,7	4,1	2,1	1,6	4,0	3,3
November	-6,1	-10,0	-3,6	-0,9	-3,4	-4,2	-0,4	-1,9
Dezember	-10,2	-13,9	-9,4	-5,5	-7,8	-8,9	-4,6	-6,5
Jahr	-0,5	-2,9	0,4	3,3	1,8	1,1	3,3	2,8
Amplitude	-22,1	27,2	27,2	21,8	26,6	26,7	23,1	25,6
Niederschlags- menge mm	—	298	519	561	500	562	514	538

1) Die Klima-Angaben von Tirol und den Vereinigten Staaten sind meinem Werke „Metsän-
züge der Dendrologie Finnlands), Porvoo 1917, entnommen.

- Pikes Peak 4,970 m absol. Höhe
- Die Anden bei Quito 5,100 " " "
- Nordwest-Himalaya 5,700 " " "

Bodenkundlich ist diese Zone (und Höhenstufe) charakterisiert durch die Inlandeis- und Gletscherbildungen, und, soweit der Boden frei liegt, herrschen die physikalischen Bodenbildungsprozesse vor.

Botanisch ist die Zone, abgesehen von dem sog. Kryoplankton, als Kältewüste zu bezeichnen.

Nadelwaldklima. 1)

Fern- Karelien	Tirol	Kanada				Vereinigte Staaten		
Ääninen (Onega)	Gratsch- Toblach-	Labrador Belle Isle	Alberta Calgary	Alberta Banff	Brit. Col. Stuart Lake	Idaho Lake	Montana Kipp	Wyoming Thayne
63°54' 38°7' E 12 m	46°44' 12°13' E 1,175 m	51°53' 55°22 W 133 m	51°2' 114°2' W 1,033 m	51°10' 115°35' W 1,384 m	54°28' 124°12' W 670 m	44°42' 111°22' W 2,044 m	48°34' 112°53' W 1,364 m	42°56' 110°56' W 1,800 m
10	25	21	24	(24)	22	14	9	3
-12,5	-9,4	-13,2	-10,9	-10,9	-12,4	-10,0	-6,7	-6,7
-13,3	-6,6	-11,8	-10,4	-10,0	-11,3	-10,6	-8,3	-7,2
-8,4	-2,3	-7,9	-4,4	-4,6	-6,4	-5,6	-4,4	-1,7
-0,5	3,4	-1,9	4,3	3,1	0,3	0,6	3,9	3,3
6,5	8,3	2,1	9,4	8,1	6,2	6,7	9,1	8,9
11,8	12,3	6,7	12,7	11,6	9,7	11,1	12,2	13,3
15,7	14,4	10,6	15,7	14,7	12,1	13,9	15,6	16,1
13,2	13,5	11,8	14,9	13,9	10,8	13,9	15,6	15,0
7,7	9,7	8,8	9,9	8,8	6,9	8,3	9,4	9,4
1,9	4,1	3,4	5,4	4,6	2,3	5,6	5,0	5,6
-3,9	-2,7	-2,2	-3,7	-3,9	-3,6	-1,1	-3,3	0,0
-10,3	-7,9	-8,7	-6,6	-6,6	-8,5	-7,8	-4,4	-7,2
0,7	3,1	-0,2	3,0	2,4	0,5	2,2	3,3	3,9
29,0	23,8	25,0	26,6	25,6	24,5	23,9	22,3	23,3
472	—	(493)	379	—	—	417	470	363

hoidon perusteet. II. Suomen dendrologian pääpiirteet* (Handbuch des Waldbaues. II. Grund-

Die kalte Zone.

Die Mitteltemperatur des wärmsten Monats schwankt zwischen 0 und 10° C.

Bodenkundlich charakterisiert sich diese Zone durch das Vorherrschen der physikalischen Prozesse: Regelation, Solifluktion u. a.; bemerkenswert sind die Polygonböden. Vielenorts erstrecken sich Gletscherbildungen in diese Zone hinein, und zwar bedecken sie stellenweise sogar recht weite Areale. Auch während des Sommers

sind die tieferen Bodenschichten, wenigstens in der Ebene, im allgemeinen gefroren. Die Zersetzung der organischen Reste geschieht sehr langsam, infolge der spärlichen Vegetation sind aber auch die Humusbildungen nicht besonders mächtig und nehmen in der Richtung gegen die Kältewüste immer mehr ab; nur aus Nordeuropa sind Hügelmoore mit Torfhügeln (Palsen) bekannt. Die chemische Verwitterung ist schwach, desgleichen auch die Auswaschung.

Die entsprechende Höhenstufe der Gebirge der wärmeren Zonen dürfte bodenkundlich nicht wenig abweichen; u. a. spielt auch die petrographische Zusammensetzung des Grundgesteins eine grosse Rolle (z. B. der „Alpenhumus“ auf Kalk).

Die Vegetation ist als Tundra zu bezeichnen: eine dürrtige, mehr oder weniger zusammenhängende Pflanzendecke, bestehend aus Moosen und Flechten, von welchen bald die einen, bald die anderen prädominieren, zerstreuten bis stellenweise reichlichen Reisern, zerstreuten bis spärlichen Kräutern und Gräsern. Die Tundra ist bald mehr moor-, bald mehr heideartig. Edaphisch kommen Blumenmatten an sehr günstigen Stellen vor, Wiesen auf den Ufergeländen, u. s. w. Gegen die Kältewüste hin wird die Vegetation immer dürrtiger. — Die Vegetation der Hochgebirge im Norden stimmt in der Hauptsache mit der der Tundra überein, nur besitzen die Moore eine viel geringere Bedeutung, und die Heiden dominieren umso mehr. Gegen die wärmeren Zonen hin wird die Hochgebirgsvegetation jedoch viel häufiger wiesenartig, besonders auf Kalkgrund (die Alpenmatten u. dgl.).

In dieser Zone (und Höhenstufe) können folgende Klimatypen unterschieden werden, die alle einem gemeinsamen Hauptklimatyp, dem

Haupttyp des Tundraklimas

angehören:

1. Aequatoriales Hochgebirgsklima, charakterisiert durch seine äusserst geringen Variationen; der Unterschied zwischen der Mitteltemperatur des wärmsten und der des kältesten Monats beträgt höchstens 5°. Als Beispiel sei das Klima von Antisana in Ecuador, in der Höhe von 4,095 m genannt.

2. Antarktisches Tundraklima. Sehr maritimes Klima. Die Unterschiede zwischen den wärmsten und kältesten Monaten belaufen sich auf 5—10 (15)°. Regen, Hagel, Schneestürme in jeder Jahreszeit. Kommt auf den antarktischen Inseln vor. Typische Beispiele sind die Klimate von Kerguelen und Südgeorgien.

3. Das arktische maritime Klima. Die Amplitude zwischen den Mitteltemperaturen des wärmsten und des kältesten Monats variiert von 10—25°. Dieser Klimatyp kommt vorzugsweise in denjenigen arktischen Gegenden vor, welche unter dem Einfluss des Golfstromes stehen. Typische Beispiele: Godthaab und Angmagsalik auf Grönland, Berufjord und Grimsey auf Island, Jan Mayen, Eisfjord auf Spitzbergen und Malyja Karmakuly auf Novaja Semlja. Hieran schliessen sich die oberen Stufen der Hochgebirge der aussertropischen Zonen; Beispiele: Pic du Midi in Frankreich in der Höhe von 2,860 m, St. Bernhard in der Schweiz in der Höhe von 2,475 m und Pikes Peak in Colorado in der Höhe von 4,302 m.

4. Das arktische Kontinentalklima. Amplitude grösser als 25°. Herrscht in der übrigen Arktis und in den kontinentalen Hochebenen Zentralasiens (Tibet, Pamir) vor. Beispiele: Scoresby-sund auf Grönland, Franz Josefs Land, Tolstojnos in Sibirien, Barrowsund in Kanada.

Die kühle Zone.

Umfasst diejenigen Gegenden der Erdoberfläche, wo die Mitteltemperatur während 1 bis 3 Monate wenigstens 10° C ist. Die Klimate dieser Zone können, weil sie ja keine ganz durchgreifenden Unterschiede in der Vegetation hervorrufen, als ein Hauptklimatyp betrachtet werden:

Haupttyp des Birken- oder kühlen Nadelwaldklimas.

Wie in der arktischen Zone können auch hier grosse Unterschiede je nach dem Grade der Kontinentalität wahrgenommen werden. Hand in Hand damit variieren auch die Bodenbildungsprozesse und die Vegetation nicht wenig. Im allgemeinen herrschen in dieser Zone die Podsolböden. Der Boden wird von mehr oder weniger typischem Rohhumus bedeckt, falls er nicht versumpft ist, eine allerdings sehr häufige Erscheinung. Zwischenformen zwischen Rohhumus und Moortorf sind allgemein; die eigentlichen Moore nehmen sehr grosse Areale ein. Unter Mitwirkung der „Humussäuren“ ist der Boden mehr oder weniger stark ausgewaschen, jedoch verschieden je nach der Boden-

art, der Höhe des Grundwasserspiegels u. s. w.; besonders in Sandböden sind die verschiedenen Bodenhorizonte (eluvialer, mehr oder weniger ausgewaschener A-Horizont, illuvialer Anreicherungs- oder B-Horizont mit nicht seltenen Ortsteinbildungen, und noch tiefer der mehr oder weniger unveränderte C-Horizont) deutlich ausgebildet. Je tonartiger die Bodenart ist, umso weniger ausgeprägt sind die Horizonte.

Der überwiegende Teil dieser Zone wird von Nadelwäldern eingenommen: die nordische Nadelwaldzone, welche fast die ganze nordische Hemisphäre südlich von der Tundrazone in breitem Gürtel umgibt. Vorherrschend sind Kiefern, Fichten, Tannen und Lärchen mit Beimischung oder meistens edaphisch (oder infolge der Kultureinflüsse) auch dominierenden Birken, Espen, Ellern und Weiden. Der Boden meistens von einem mehr oder weniger zusammenhängenden Moos- oder Flechtenteppich bedeckt, Reiser ziemlich reichlich vorhanden. *Juncaceen*, *Cyperaceen*, z. T. auch *Gramineen* charakteristisch.

In „Metsänhoidon Perusteet“ werden vorläufig folgende Subtypen dieses Klimas unterschieden:

1. Das ozeanische Birkenklima (das Klima der antarktischen Buchen KÖPPENS). Sehr maritim. Die Sommer sind kühl, selten mit einer 15° übersteigenden Mitteltemperatur des wärmsten Monats, aber auch der kälteste Monat hat meistens eine Mitteltemperatur über 0°, Amplitude höchstens 12°, jährliche Niederschlagsmenge meistens über 1,000 mm. Dieses Klima herrscht in den allermaritimsten Teilen der nördlichen kühlen Zone: in SW-Island, auf den Färöern und Orkney-Inseln und auf den äussersten Schären Norwegens; ferner auf den äussersten Inseln der Küste von Alaska (Unalaska u. a.). In der südlichen Hemisphäre sind wohl alle kühlen Klimate ohne Ausnahme zu diesem Klimatyp zu rechnen. Beispiele: Vestmannø auf Island, Thorshavn auf den Färöern, Orkney (näher sich dem Eichenklima), Braemar in Schottland, Skomvaer und Ona in Norwegen; ferner Port Dungenes, Port Arenas und Ushua in Westpatagonien.

2. Das norwegische Nadelwaldklima. Amplitude zwischen dem wärmsten und dem kältesten Monat 13—20°; die Mitteltemperatur des ersteren variiert zwischen +10 und +14°, die des kältesten zwischen —2 und —8°. Regenmenge etwa 1,000 mm. Hierher sind zu rechnen: der nördliche Teil der Küste Norwegens, die Nadelwaldregion der mitteleuropäischen Gebirge und die pazifische Küste von Alaska. Beispiele: Trondhjem (an der Grenze zum Eichen-

klima), Tromsø und Hammerfest in Norwegen, Brocken und Inselsberg in Deutschland, Puy de Dôme in Frankreich, Maria Sils und Davos (näher sich dem fennoskandischen Klima) in der Schweiz.

3. Das fennoskandische Nadelwaldklima. Die Mitteltemperatur des wärmsten Monats variiert zwischen +10 und +16°, die des kältesten zwischen —6 und —15°; jährliche Amplitude 21—29°. Niederschlagsmenge etwa 300—700 mm. Dies Klima herrscht im Hauptteil von Fennoskandia, ferner in den höheren Regionen der ost-deutschen Gebirge, der Karpaten und von Tirol¹⁾ (z. B. Pustertal oberhalb 1,100 m) sowie an einigen Orten in West-Steiermark (oberhalb 1,000 m) und Kärnten (oberhalb 1,000 m) und aller Wahrscheinlichkeit nach in den oberen Regionen der Gebirge der Balkanhalbinsel. Ferner findet man das entsprechende Klima in den höheren Regionen von Transkaukasien (z. B. Gegenden von Kars oberhalb etwa 1,900 m und Alexandropol) und Armenien, desgleichen in Turkestan, Tianschan und Alatau in einer Höhe von 2,000 m aufwärts, vielleicht auch in W-China (z. B. in den Gebirgen der Umgebung von Siningfu, in einer Höhe von über 2,600 m). Ein fast fennoskandisches Klima kommt auch in einigen Gegenden von Kamtschatka, Sachalin und Eso vor, ferner in SE-Kanada (Belle Isle u. a.), in gewissen Gegenden der inneren Küste von Alaska und im Felsengebirge in Alberta und angrenzenden Teilen von Britisch-Columbia und von dort gegen Süden in Idaho und Montana etwa in einer Höhe von über 1,300 m, Wyoming etwa über 1,800 m, Colorado etwa 2,300, Arizona und Neu-Mexiko etwa 2,500 bis 2,700 m. Beispiele: Røros in Norwegen, Kaaresuanto, Haaparanta, Hernösand in Schweden, Oulu (Uleåborg), Kajaani, Vaasa, Jyväskylä, Sortavala, Värtsilä in Finnland, Ääninen (Onega) in Fern-Karelien, Belle Isle (Labrador), Calgary und Banff (Alberta) sowie Stuart Lake (Britisch-Columbia) in Kanada.

4. Das nordrussische Nadelwaldklima. Die Mitteltemperatur des wärmsten Monats schwankt zwischen +10 und +20°, die des kältesten zwischen —13 und —25°; Amplitude 34—40°. Niederschlagsmenge etwa 300—500 mm. Dieser Klimatyp herrscht in Nordrussland und Westsibirien vom Viananmeri (Weissem Meer)

¹⁾ Es sei hervorgehoben, dass auch die dortigen Waldtypen den fennoskandischen sehr nahe stehen. Vgl. A. K. CAJANDER: Ueber Waldtypen. Acta forest. fenn. 1, 1909. S. 96—100.

und Äänisjärvi (Onega-See) bis zu der Wasserscheide zwischen Ob und Jenissej. Ein Analogon zu diesem Klimatyp findet man in Kanada in Saskatschewan und daran anschliessenden Gebieten bis in das innere Alaska (z. B. Copper-Center) und auch weit nach Süden, östlich vom fennoskandischen Klimatyp. Ferner steht das Klima von Ochotsk diesem sehr nahe, wenn es auch regenärmer ist. Beispiele: Kargopol, Archangelsk, Ustj-Syssolsk, Bogoslowk und Jekaterinenburg in Russland, Berjosow und Tobolsk in Sibirien, Norway House und Prinz Albert in Kanada.

5. Das mittelsibirische Nadelwaldklima. Sehr kontinental. Die Mitteltemperatur des wärmsten Monats variiert von 10 bis 20°, diejenige des kältesten von -20 bis -32°; Amplitude (39) 40—50°. Niederschlagsmenge 300—500 mm. Dieses Klima herrscht in den Gebieten des Jenissej und der oberen Lena sowie teilweise in Transbaikalien, ferner in Mittelkanada vom inneren Alaska bis in die Nähe der Hudsonbai, wo jedoch die Regenmenge grösser ist. Beispiele: Turuchansk, Jenisejsk, Irkutsk und Nertschinsk in Sibirien, York Factory (an der Hudsonbai), Chippewyan (Athabaska) und Fort Rae (Mackenzie) in Kanada, ferner Eagle in Alaska.

6. Das ostsibirische Nadelwaldklima. Das allerkontinentalste der kühlen Klimate. Temperatur des wärmsten Monats zwischen +10 und +20°, die des kältesten zwischen -30 und -50°; jährliche Amplitude 50—65°. Niederschlagsmenge 150—300 mm. Dieses Klima herrscht im Jakutsk-Gebiet Sibiriens und in den kontinentalsten Teilen des Mackenzie-Gebiets in Kanada. Beispiele: Oljokmink, Ustj-Majsk, Marcha (Jakutsk), Werchojansk, Ustj-Jansk, Sredne-Kolymsk in Sibirien und Good Hoop (Mackenzie) in Kanada.

7. Das kamtschadalische Nadelwaldklima. Steht dem fennoskandischen nahe, ist aber niederschlagsreicher. Die Mitteltemperatur des wärmsten Monats variiert zwischen +10 und +16°, die des kältesten zwischen -4 und -20°; jährliche Amplitude etwa 20—30°. Jährliche Niederschlagsmenge mehr als 650 mm. Hierher gehört die Ostküste von Kamtschatka nebst den angrenzenden Kurilen und einem Teil von Sachalin in Ostasien, ferner Neu-Fundland mit Umgebungen in Kanada. Beispiele: Petropawlowsk (nähert sich dem Eichenklima) auf Kamtschatka, Korsakow auf Sachalin, St. Johns und Anticosti auf und in der Nähe von Neu-Fundland.

Die Unterscheidung dieser Klimatypen ist fast ausschliesslich mit

Rücksicht auf die Naturverhältnisse im nördlichen Eurasien vorgenommen¹⁾. Das ozeanische Klimagebiet ist durch den fast vollständigen Mangel an Nadelwäldern charakterisiert (in der südlichen Hemisphäre sind vor allem die *Nothofagus*-Arten zu nennen). Das norwegische bildet einen Uebergang zu dem fennoskandischen, wo die Wälder sehr einförmig sind — als waldbildende Nadelhölzer treten nur die Kiefer und die Fichte auf. In Nordrussland und Westsibirien sind die Lärchenwälder (*Larix sibirica*) sehr hervortretend, und auch die sibirische Tanne (*Abies sibirica*) sowie die sibirische Zirbelkiefer (*Pinus cembra *sibirica*) treten auf: Im Jenissej-Gebiet wird die Flora viel artenreicher und behält ihren artenreichen Charakter auch im Lena-(Jakutsk-)Gebiete, wo ausserdem die sibirische Lärche durch *Larix Cajanderi* ersetzt ist und *Picea obovata* rein auftritt; *Populus suaveolens* bildet Bestände an den Gebirgsbächen und *Pinus pumila* dichte Krummholzbestände an der Waldgrenze. Im Küstengebiet und auf den Inseln findet man *Betula Ermanni*, *Picea ajanensis*, *Larix kurilensis* u. a.

Der Waldwuchs ist am kräftigsten im westlichen Teil dieser Landstrecke und nimmt gegen das kontinentale Lena-Gebiet an Ueppigkeit ab. Gegen das kontinentale Lena-Gebiet hin geht auch die Ueppigkeit der Moosdecke der Wälder zurück; in den Wäldern an der Lena zwischen 62° und 64° kommt keine zusammenhängende

¹⁾ Ueber die Einteilung des nördlichen Eurasiens in pflanzengeographische Gebiete vgl. A. K. CAJANDER: Beiträge zur Kenntniss der Vegetation der Alluvionen des nördlichen Eurasiens. III. Die Alluvionen der Tornio- und Kemi-Thäler. Acta soc. scient. fenn. XXXVII, 1909, S. 203—215 und Metsänhoidon perusteet. I. 1916, S. 370—377. — Wegen der pflanzengeographischen Grenze zwischen Fennoskandia und Nord-Russland vgl. die klassische, aber leider viel zu wenig bekannte Arbeit von J. P. NORRLIN: Om Onega-Karelen Vegetation och Finlands jemte Skandinaviens naturhistoriska gräns i öster (Ueber die Vegetation von Onega-Karelän und die naturhistorische Grenze Finnlands sowie Skandinaviens im Osten), Akad. Abhandl., welche unter dem Titel: „Flora Kareliæ onegensis I“ auch in Notiser ur Sällsk. pro Fauna et Flora Fennica förhandl., 10, 1871 veröffentlicht worden ist, und worin diese Grenzfrage sowohl in naturhistorischer als in physisch-geographischer Hinsicht behandelt wird; vgl. ferner A. K. CAJANDER: Fenno-Skandian kasvimaantieteellistä kaakkoiirajasta (Ueber die Südostgrenze von Fennoskandia), Medd. ur Soc. pro Fauna et Flora Fennica förhandl. 26, 1900, A. K. CAJANDER: Siperialaisen lehtikuusen (*Larix sibirica* Led.) länsirajasta (Ueber die Westgrenze der sibirischen Lärche (*Larix sibirica* Led.)), Ibidem 27, 1901, und A. K. CAJANDER: Ueber die Westgrenzen einiger Holzgewächse Nord-Russlands, Acta Soc. pro Fauna et Flora Fenn. 23, 1902. Die geologische Seite dieser Frage wird speziell behandelt in W. RAMSAY: Über die geologische Entwicklung der Halbinsel Kola in der Quartärzeit, Akad. Abh. und Fennia 16, 1898.

Moosdecke vor. Desgleichen nimmt die Rolle der Reiser ab; der Heidestrauch geht kaum über den Ural, im Lena-Gebiet fehlt sogar die Heidelbeere. Dagegen nimmt der Blütenreichtum zu (*Silene repens*, *Pulsatilla patens*, *Aquilegia parviflora*, *Vicia multicaulis*, *Orobanchis humilis*, *Pedicularis euphrasioides* u. a.)¹⁾ Die Lärche wird gegen das Lena-Gebiet hin immer vorherrschender; im Lena-Gebiet spielen die Fichten- (nur bis 67°) und Kiefern- (nur bis 64°) Wälder eine untergeordnete Rolle. Von Nordrussland an bis zu den Hochgebirgsketten am pazifischen Küstengestade haben die Inundationsgebiete der Flüsse eine überaus üppige Vegetation, deren Ueppigkeit wahrscheinlich im Lena-Gebiete kulminiert; sie wird ausserordentlich befördert durch die hohe Sommertemperatur und die genügende Feuchtigkeit des Ueberschwemmungsbodens, ferner auch durch den genügenden Nährstoffgehalt desselben. Im Naturzustand sind die Inundationsgebiete vorzugsweise von kräftig entwickeltem Alluvialwald (Lärche, Fichte, Birke) und dichtem alluvialem Gebüsch (*Salix viminalis*, *S. amygdalina*, *S. pyrolifolia*, *Crataegus sanguinea*, *Cornus tatarica*, *Alnus hirsuta* **Cajanderi*, *Ribes*- und *Rosa*-Arten etc.) sowie schmalen Grasflurstreifen eingenommen; durch Waldrodungen sind aber ausgedehnte, ungemein üppige und farbenreiche Alluvialwiesen entstanden.

Hand in Hand mit der gegen das Lena-Gebiet hin zunehmenden Kontinentalität geht die Abnahme der Auswaschung und die zunehmende Neigung zu Steppenbildung. Wenn an der mittleren Lena der Wald vernichtet wird, entstehen leicht steppenartige Wiesen und sogar typische Steppen²⁾ mit ganz ähnlicher Vegetation wie am Baikalsee (*Festuca ovina*, *Carex stenophylla*, *Koeleria cristata*, *Lychnis sibirica*, *Potentilla nivea*, *Eritrichum pectinatum*, *Statice speciosa*, *Artemisia pubescens*, *Phlox sibirica* u. a.), mit salinen Mulden (*Salicornia herbacea*, *Saussurea amara*, *Glaux maritima*, *Atropis distans* u. a.), deutlicher Schwarzerdebildung und reichlichen Gängen der Steppentiere (*Spermophilus Eversmanni* u. a.). Schon in Nord-Russland ist das Klima so kontinental, dass die Mulden der Inundationsgebiete stellenweise von einer salinen Vegetation (*Triglochin maritimum*) ein-

¹⁾ Vgl. A. K. CAJANDER: Studien über die Vegetation des Urwaldes am Lena-Fluss. Acta soc. scient. fenn. XXXII, 1903.

²⁾ Vgl. A. K. CAJANDER: Beiträge zur Kenntniss der Vegetation der Alluvionen des nördlichen Eurasiens. I. Die Alluvionen des unteren Lena-Thales. Acta soc. scient. fenn. XXXII, 1903, S. 169—170.

genommen werden¹⁾. — Erstrecken sich also im Lena-Gebiete die Steppen, allerdings gewissermassen als Halbkulturformation, am weitesten gegen Norden (die Steppen rings um die Stadt Jakutsk sind bei 62° gelegen), so reicht andererseits gerade in Ostsibirien der sog. ewig gefrorene Boden am weitesten nach Süden. Die Steppen von Jakutsk haben sich auf ewig gefrorenem Boden ausgebildet; nach Temperaturbeobachtungen in verschiedenen Schächten unweit Jakutsk würde die Mächtigkeit der dortigen gefrorenen Bodenschicht etwa 80 bis 200 m betragen.

Die gemässigte Zone.

Wie in der vorigen Zone ist auch hier die Vegetationsperiode durch einen mehr oder weniger ausgeprägten Winter unterbrochen. Die Mitteltemperatur des kältesten Monats liegt beinahe durchgehends unter +2°, die Vegetationsperiode ist aber länger als in der vorigen Zone, d. h. wenigstens 4 Sommermonate mit einer +10° übersteigenden Mitteltemperatur.

In dieser Zone sind die Unterschiede zwischen den humideren und arideren Gebieten so gross, dass sie ganz durchgreifende Unterschiede in der Bodenbildung und der Vegetationsdecke hervorrufen. Während in der vorigen Zone überall der Wald als natürliche Hauptvegetationsformation auftritt, wo er nicht durch edaphische Verhältnisse oder durch Kultureinflüsse verhindert worden ist, kommt in der gemässigten Zone Wald nur in den humideren Gebieten vor, wogegen die arideren von Grasfluren und Halb- bzw. Vollwüsten eingenommen sind. Die Klimate dieser Zone zerfallen also in humide und aride Klimate. Die Grenze ist allerdings nicht scharf; sie wird nach KÖPPEN annäherungsweise durch die Regenwahrscheinlichkeit 0,36 des regenreichsten Monats markiert (Regenwahrscheinlichkeit eines Monats = die mittlere Zahl der Regentage, dividiert durch 30); desgleichen kann das Klima nach Köppen als arid bezeichnet werden, wenn der Quotient aus monatlicher Regenmenge in mm durch die der mittleren Temperatur desselben Monats entsprechende Maximalspannung des Wasser-

¹⁾ Vgl. A. K. CAJANDER: Beiträge zur Kenntniss der Vegetation der Alluvionen des nördlichen Eurasiens. II. Die Alluvionen des Onega-Thales. Acta soc. scient. fenn. XXXIII, 1905.

dampfes in mm während der Vegetationszeit oder im Beginn der Vegetationszeit unter 4 ist.¹⁾

Die humiden gemässigten Klimate.

Es können zwei Hauptklimate unterschieden werden: das Eichenklima und das Kastanienklima.

Das Eichenklima.

Die Mitteltemperatur des wärmsten Monats schwankt zwischen +12 und +22°, die des kältesten zwischen +2 (6) und -25°; jährliche Amplitude wenigstens 10°.

Als der typischste Bodentyp dieses Klimas dürfte wohl der Braunboden (RAMANNS) in Mitteleuropa angesehen werden können, der gewissermassen ein Mittelding ist zwischen dem Podsolboden und den Rotgelberden der subtropischen Zone. Der Boden ist im allgemeinen von mildem Humus bedeckt, die Auswaschung ist demgemäss ziemlich gering, hauptsächlich durch kohlenstoffreiches Wasser hervorgerufen. Durch die Eisenverbindungen erhält der Boden seine bräunliche Farbe. Die Bodenhorizonte sind schwach ausgebildet. — In den humideren Gegenden ist die Auswaschung aber, zumal in den Sandböden, sehr stark, und sogar Ortsteinbildungen sind häufig (Les Landes, Lüneburger Heide u. a.). In den diesem Klima zuzurechnenden Teilen Fennoskandias nähern sich die Böden denen der kühlen Zone, aber mit schwächerer Auswaschung; solche grösseren oder kleineren Gebiete mit schwächerer Podsolierung kommen dort mit gewöhnlichen Podsolböden untermischt an fruchtbareren Orten, vor allem auf kalkhaltigem Grund vor. Im mittleren Russland dagegen nähern sich die Böden der humiden gemässigten Zone den Schwarzerden (graue Waldböden, podsolige Böden, degradierte Tschernosjomböden u. dgl.).

Die Vegetation ist durch das, wenigstens unter typischen Verhältnissen zu beobachtende, Vorherrschen der edlen Laubhölzer (*Quercus*, *Acer*, *Tilia*, *Fraxinus*, *Ulmus*, *Fagus*, *Carpinus* u. a.) oder auch edler Nadelhölzer (*Strobus*, *Pseudotsuga*, *Tsuga*, *Thuja*, *Chamaecyparis* u. a., N-Amerika zum Teil) charakterisiert, deren Streu sich im allgemeinen

¹⁾ An der Grenze zwischen Steppe und Halbwüste ist der genannte Quotient nach KÖPPEN 2,2 und die Regenwahrscheinlichkeit 0,20.

zu mildem Humus zersetzt. Moosdecke sehr unvollständig ausgebildet und die Reiser spärlich oder gar nicht vorhanden; umso reichlicher aber die hygrophilen, meistens niedrigen Kräuter und Gräser, wo der Wald nicht so dicht ist, dass er durch seinen Schatten die Untervegetation ganz unterdrückt.¹⁾ — Edaphisch kommen Heiden und Heidewälder auf Sandboden, Moore, (Ufer-) Wiesen u. a. vor.

Folgende Unterkimate werden im Anschluss an die entsprechenden der kühlen Zone und ferner mit Rücksicht auf die nördlichere bzw. südlichere Lage versuchsweise unterschieden:

1. Das schottländische Klima²⁾. Maritim. Mitteltemperatur während 4—5 Sommermonate über 10°, die des wärmsten Monats zwischen +12 und +16°, die des kältesten zwischen 0 und +4 (5)°; jährliche Amplitude etwa (7—) 10—16°. Niederschlagsmenge gross. Dieses Klima herrscht im grössten Teil von Schottland, Irland und Nordengland, an der SW-Küste Norwegens, in Norddänemark, ferner in den Gebirgen Frankreichs und Spaniens unterhalb der kühlen Region. Dasselbe Klima findet man ausserdem an der Küste von British-Columbia und Südalaska, auf dem Himalaya in der Höhe von über 3,000 m und in einigen Gebirgen der südlichen Hemisphäre. Beispiele: Monach (Hebriden), Aberdeen und Edinburgh in Schottland, Liverpool in England, Flor, Bergen und Skudenes in Norwegen, Skagen in Dänemark, Serra Esterella in Spanien, Victoria (Vancouver) und Port Simpson (British-Columbia) in Kanada, Sitka (an der Grenze zum norwegischen Nadelwaldklima) in Alaska und Bealey in Neu-Seeland. — Es dürfte kaum notwendig sein, dieses Klima, entsprechend dem ozeanischen und norwegischen Klima der kühlen Zone, in ein extrem maritimes und ein etwas kontinentaleres zu zerlegen.

2. Das französische Eichenklima.³⁾ Die Fortsetzung des vorigen gegen Süden. Mitteltemperatur während 5—7 Sommermonate über 10°, diejenige des wärmsten Monats zwischen +17 und +22°, die des kältesten zwischen 0 und +5°; jährliche Amplitude 12—20. Niederschlagsmenge gross oder mittelmässig. Dieser Klimatyp herrscht in Südengland, Belgien, in den Niederlanden, in Frank-

¹⁾ Vgl. A. K. CAJANDER: Ueber Waldtypen. Acta forest. fenn. 1 und Fennia 28. 1909.

²⁾ Die nähere Abgrenzung von 1, 2 und 4 gegeneinander ist eine nur ganz vorläufige.

³⁾ Bildet einen Uebergang zu den Klimaten der subtropischen Zone.

reich, in NW- und W-Deutschland, in den höheren Lagen Spaniens, in den Niederungen der Schweiz, in den Gebirgen Italiens, ferner in Washington und Oregon; der West-Himalaya besitzt in 2,900 m Höhe fast dasselbe Klima wie London. Beispiele: Greenwich in England, Lille, Paris, Toulouse und Lyon in Frankreich, Burgos in Spanien, Potenza in Italien, Bremen, Frankfurt am Main und Karlsruhe in Deutschland, Genf in der Schweiz, Seattle (Washington), Portland und Rosenberg (Oregon) in den Vereinigten Staaten.

3. Das fennoskandische Eichenklima. Mitteltemperatur während 4—5 Sommermonate über 10° , die des wärmsten Monats schwankt zwischen 15 und 17 ($17,5$) $^{\circ}$, die des kältesten zwischen $-0,5$ und -6° ; jährliche Amplitude 17 — 24° . Niederschlagsmenge 400 — 700 (770) mm. Dieses Klima herrscht in SE-Norwegen, Süd- und Mittel-Schweden und an der Südküste Finnlands, in den entsprechenden Höhenstufen der ostdeutschen Gebirge und wahrscheinlich auch auf der Balkanhalbinsel, sowie im Gebiete des deutschen Eichenklimas in dem Felsengebirge, aber etwas höher, als wo das letztgenannte Klima herrscht. Beispiele: Leirdal und Christiania in Norwegen, Göteborg, Jönköping, Visby, Stockholm und Karlstad in Schweden, Maarianhamina (Mariehamn) und Helsinki (Helsingfors) in Finnland, Bayreuth in Deutschland, Lienz in Pustertal (die beiden letztgenannten an der Grenze gegen das deutsche Eichenklima).

4. Das deutsche Eichenklima. Mitteltemperatur während 5 (6) Monate über 10° ; die des wärmsten Monats etwa zwischen $+17$ und $+20^{\circ}$, die des kältesten zwischen 0 und -4° ; Amplitude etwa 18 — 24° . Niederschlagsmenge etwa 500 — 900 mm. Ein so beschaffenes Klima herrscht im grössten Teil des deutschen Mitteleuropa bis nach Jugoslawien. Ein Analogon findet sich im inneren Washington und in den Felsengebirgen der Vereinigten Staaten. Beispiele: Stettin, Berlin, Breslau, Nürnberg, Ingolstadt und München in Deutschland, Innsbruck und Wien in Oesterreich, Prag in der Tschechoslovakei, Serajewo in Jugoslawien und Spokane (Washington) in den Vereinigten Staaten.

5. Das Eichenklima Mittelrusslands. Mitteltemperatur während der 5 (4) wärmsten Monate über 10° , die des wärmsten zwischen $+17$ und -21° , die des kältesten zwischen -5 und -15° ; Jahresamplitude 24 — 35° . Niederschlagsmenge 300 — 600 mm. Dieses Klima herrscht im mittleren Osteuropa zwischen den Steppen und der

kühlen Zone und reicht noch östlich über den Ural. Dasselbe Klima findet man ferner in den östlichen Karpaten und den kontinentalsten Tälern der Ostalpen; ferner in einem Teile von Kaukasien und in den entsprechenden Waldgebieten der Vereinigten Staaten. Beispiele: St. Petersburg, Moskau und Kasan in Russland, Wilna in Litauen, Kiew in der Ukraine, Kars in Kaukasien, Klagenfurt in Tirol, Kolozsvár (Klausenburg) in Siebenbürgen, ferner Helena (Montana) und Port Huron (Michigan) in den Vereinigten Staaten.

6. Das sibirische Eichenklima. Mitteltemperatur während 4 (5) Monate über 10° ; diejenige des wärmsten Monats zwischen $+15$ und $+22^{\circ}$, die des kältesten zwischen -14 und -25° ; Amplitude 30 — 50° . Niederschlagsmenge etwa 350 — 600 mm. Hierher gehört das Klima des südlichen, an die Steppen grenzenden Teils des sibirischen Waldgebiets und des Amurgebiets mit oft „parkartiger“ Vegetation, ferner dasjenige von Sachalin (teilweise) sowie der an die Prärien grenzenden Waldgebiete in Ontario, Manitoba, Saskatschewan u. a. Beispiele: Blagowjeschtschensk, Nikolajewsk und Wladiwostok in Sibirien, Amur- und Küstengebiet, Aleksandrowka (steht an der Grenze gegen die kühle Zone), Port Arthur (Ontario), Edmonton (Saskatschewan) und Winnipeg (Manitoba) in Kanada.

7. Das nordjapanische Eichenklima. Mitteltemperatur während 4—5 Sommermonate über 10° , diejenige des wärmsten Monats zwischen $+17$ und $+21^{\circ}$, die des kältesten zwischen -4 und -12° , Amplitude 20 — 32° . Unterscheidet sich von dem fennoskandischen und mittlrussischen Klima durch grössere Niederschlagsmenge (über 800 mm). Dieses Klima herrscht in Neu-Schottland, Neu-Braunschweig, Prinz Edward-Insel, Quebeck und im allgemeinen im Bereiche des Eichenklimas des östlichen Kanada und der angrenzenden Vereinigten Staaten; ausserdem in Nordjapan und wahrscheinlich in den Gebirgen Mitteljapans. Beispiele: Halifax (Neu-Schottland) Charlottetown (Prinz Edward), Chatam (Neu-Braunschweig), Quebeck (Quebeck) und Toronto (Ontario).

Das Kastanienklima.

Vegetationsperiode lang. Mitteltemperatur während 6—7 Sommermonate über 10° , diejenige des wärmsten Monats (20 —) 22 — 28° , die des kältesten etwa 0° oder wenigstens im allgemeinen unter $+2^{\circ}$.

Niederschlagsmenge meistens über 1,000 mm, der Herbst am regenreichsten. Dieses Klima herrscht in einem weiten Gebiet südlich von den grossen Seen in den Vereinigten Staaten und desgleichen im entsprechenden Gebiet von Nordchina, W-Korea und angrenzenden Teilen der Mandchurei sowie in den entsprechenden Teilen Japans. In Europa besitzen die Täler der Südalpen sowie teilweise die Hänge der Apenninen, ferner die Hänge des W-Kaukasus ein ähnliches Klima. Beispiele: New York, Philadelphia und Cincinnati in den Vereinigten Staaten, Dalnij und Kiautschau (an der Grenze gegen das Maisklima) in China, Niigata, Akita und Aomori in Japan, Bozen in Tirol, Vicenza und Urbino in Italien.

Das Kastanienklima (Hickory-Klima KÖPPENS) vermittelt den Uebergang vom Eichenklima zum Kamelienklima. Was die Vegetation betrifft, ist das Kastanienklima, wo es voll ausgebildet ist, vor allem charakterisiert durch die Genera *Castanea*, *Juglans*, *Carya*, *Magnolia*, *Liriodendron*, *Nyassa*, *Robinia*, *Celtis*, *Ostrya*, *Sassafras*, *Catalpa*, *Platanus*, *Liquidambar*, *Cercidophyllum*, *Aesculus*, *Pawlownia* u. a. In den typischen Wäldern des Kastanienklimas besteht die Untervegetation ausser aus Kräutern und Gräsern, die allerdings bisweilen recht hoch sind, aus mehr oder weniger reichlichen Sträuchern und Kleinbäumen; höhere Epiphyten und Lianen sind oft in nicht unerheblicher Menge vorhanden.

Die ariden gemässigten Klimate.

Die Bodenbildungsprozesse sind am genauesten im Schwarzerdegebiet Russlands untersucht worden. Die Schwarzerde bildet bekanntlich eine bis etwas über 2 m dicke Bodenschicht von ziemlich neutraler Reaktion; die Farbe variiert je nach der Menge und Art der Humusstoffe von Schwarz bezw. Schwarzgrau bis zu Schokoladenbraun. Der Gehalt an Humusstoffen ist demungeachtet verhältnismässig gering; sie sind hauptsächlich aus den Wurzeln der Steppengräser entstanden. Das Schmelzwasser im Frühling dringt nicht sehr tief in den Boden ein, weil die Wasserkapazität der Schwarzerde gross ist und auch die Vegetation viel Wasser verbraucht; die Auswaschung ist deshalb ziemlich gering. Infolge der vor allem durch die Zersetzung der organischen Stoffe entstandenen Kohlensäure im Boden hervorgerufenen Verwitterung bilden sich Karbonate; der so entstandene kohlensaure Kalk geht jedoch nicht tief, sondern bildet unterhalb

der Humusschicht einen Kalkhorizont. Im unteren Teil des Kalkhorizonts bildet sich oft ein Gipshorizont. Die Gänge verschiedener Säugetiere (*Arctomys*, *Spalax*, *Spermophilus* u. a.) geben der Erde einen gewissen Charakter. — Je arider das Klima ist, umso schwächer ist die Auswaschung und umso spärlicher sind die Humusstoffe; es entstehen kastanienbraune, braune und graue Halbwüstenböden. Nur die Chloride und Sulfate sind z. T. tiefer ausgewaschen, der Kalk und sogar der Gips befinden sich oft ganz an der Oberfläche.

In den Mulden findet man sowohl im Gebiete der Schwarzerden als insbesondere in demjenigen der noch arideren Gebiete saline Böden: Solonjets- und Solontschak-Böden, von denen jene verhältnismässig mehr Soda und weniger Kochsalz, diese dagegen wenig Soda enthalten.

Diese Gebiete sind bekanntlich von xerophilen Grasfluren, Steppen (Prärien u. s. w.) eingenommen, die gegen die aridesten Gegenden hin in Wüsten übergehen.

Es können folgende Klimate unterschieden werden: das Maisklima, das Steppenlima und das Halbwüstenlima.

Das Maisklima.

Steht an der Grenze zum Kastanienklima und bedarf wahrscheinlich noch einer näheren Prüfung; von KÖPPEN wird es nicht zu den ariden Klimaten gerechnet. Dies Klima ist ein wenig kontinentaler als das Kastanienklima und die Regenmenge geringer (450—1,000 mm.); besonders ist der Herbst regenarm. Dieses Klima kommt an zerstreuten Orten in den Vereinigten Staaten vor, besonders in der Umgebung von St. Louis und im Innern von Washington, ferner im Po-Gebiet in Oberitalien, in der Pusta Ungarns, in den Niederungen Rumäniens und des östlichen Bulgariens, im inneren Kaukasien und auf einigen Strecken in Nordpersien (Urmia-Kokan) und an den unteren Hängen des Tianschan. Beispiele: St. Louis (Missouri) und Walla Walla (Washington) in den Vereinigten Staaten, Alessandria in Italien, Szegedin in Ungarn, Belgrad in Jugoslawien, Philippopel in Bulgarien, Bukarest in Rumänien und Tiflis in Kaukasien.

Das Steppenklima.

Mittlere Temperatur des wärmsten Monats zwischen 20 und 30°, die des kältesten zwischen +2 und -30°. Sommer ziemlich kurz. Zerstreute Sommerregen. Jährliche Regenmenge 300—500 (700) mm. Dieses Klima herrscht auf den Steppen Russlands und Westsibiriens sowie auf den Prärien von Nordamerika. Vom Steppenklima gibt es sehr viele Gradationen. Beispiele: Sevastopol, Lugan, Kamyschin und Samara in Russland, Orenburg und Barnaul in Sibirien, Bismark und Yankton (Dakota), North Platte (Nebraska) und Dodge City (Kansas) in den Vereinigten Staaten.

Das Klima der Halbwüsten.

Sehr kontinentales Klima. Mitteltemperatur des wärmsten Monats 20—30°, die des kältesten zwischen +2 und -18°. Sommer kurz, mit vereinzelt wenig bedeutenden Regengüssen. Jährliche Regenmenge bis etwa 300 mm. Schneestürme im Winter häufig. Dieses Klima dominiert in einem weiten Gebiet mit dem Aralsee als Mittelpunkt, in der Wüste Taklamakan und den aridesten Präriengebieten. Beispiele: Astrachan in Russland, Kasalinsk, Petro-Aleksandrowsk, Irgis und Semipalatinsk in Südsibirien bzw. Turkestan und Winnemucca (Nevada) in den Vereinigten Staaten.

Die subtropische Zone.

Winter ganz mild. Mitteltemperatur des wärmsten Monats zwischen +10 und +35°, die des kältesten zwischen +2 und +22°. — Der Unterschied zwischen den humiden und ariden Klimaten dieser Zone noch grösser als in der vorigen.

Humide Klimate.

Hierher gehören folgende Köppensche Klimate:

1. **Das Fuchsienklima.** Sehr maritim mit Regen in jeder Jahreszeit. Vertreten in Süd-Chile, Neu-Seeland, Tasmanien und SE-Australien, an den Hängen der Anden in Südamerika, auf den Inseln Ostindiens, auf Ceylon sowie in den Gebirgen Ostindiens und SE-

Kaplands. Bruchstücke dieses Klimas findet man im „atlantischsten“ Europa. In diesem Klima treten die subtropischen Regenwälder auf. Beispiele dieses Klimas: Bilbao in Spanien, Biarritz in Frankreich, Scilly in England, Melbourne in Australien, Hobarton in Tasmanien, Auckland und Dunedin in Neu-Seeland, Darjeeling (nähert sich dem schottländischen Eichenklima) im Himalaya.

2. **Das Kamelienklima.** Subtropisches Monsunklima mit reichlichen Sommerregen und weniger ergiebigen Winterregen. Der Vegetationscharakter weniger hygrophil als der des vorigen Klimas; glanzblättrige Bäume sehr häufig. Herrscht in den Monsungebieten Ost-Asiens und Nordindiens und desgleichen in den südöstlichen Vereinigten Staaten; ferner in Südbrasilien, Uruguay und Nordargentina, in Teilen von Abessinien und Südafrika sowie in Ostaustralien. In Europa findet man dies Klima nur spurenweise an den Seen Norditaliens, an der Küste Dalmatiens sowie an der Küste Georgiens. Beispiele: Riva in Italien, Goritza (Görtz) in Jugoslawien, Batum in Georgien, Schanghai, Szechuen und Yunnan in China, Kagoshima in Japan, Lynchburg (Virginia) und New-Orleans (Louisiana) in den Vereinigten Staaten, ferner Pelotas in Brasilien.

3. **Das Oliven- und Erikenklima.** Regenmenge geringer als in den vorigen; Hauptregenzeit im Winter. Vegetation charakterisiert durch Hartlaubgewächse. Boden: Gelb- und Roterden sehr verbreitet. Dieses Klima herrscht im Mediterrangebiet bis Ostpersien, an der Kalifornischen Küste, an der Südwest- und teilweise auch an der Südküste Australiens und in Chile zwischen 31 und 37° s. Br. KÖPPEN unterscheidet das etwas maritimere Erikenklima von dem Olivenklima. Beispiele des ersteren: Coimbra in Portugal, Eureka, San Francisco und Los Angeles in Kalifornien, Kap und Tafelberg in Kapland, Albany in Australien und Valparaiso in Chile; und des letzteren: Gibraltar in Spanien, Palermo und Malta in Italien, Athen in Griechenland, Konstantinopel in der Türkei, Sacramento in Kalifornien, Perth in Westaustralien.

Aride Klimate.

Hierher gehören folgende von den Köppenschen Klimaten:

1. **Das Espinalklima** (das subtropische Dorngebüschklima). Warmes trocknes Klima mit zerstreuten, meistens heftigen Regengüssen im Sommer. Dieses Klima herrscht im Sudan, in Südarabien, Be-

ludschistan, der Westhälfte von Südafrika, am Nordsaum der australischen Wüste, in Nordargentina, Nordmexico und angrenzenden Teilen der Vereinigten Staaten. Beispiele: Kabul in Beludschistan, El Paso (Texas) in den Vereinigten Staaten und Chos Malal in Argentinien. Xerophile, meist dornige, oft recht undichte Gebüsch: „die Espinalformation“ in Nordargentina, die „Chaparral-Formation“ in NW-Mexico, die mit *Cereus giganteus* bewachsenen Gelände in SE-Kalifornien und NW-Mexico, die „Scrubs“ in Australien, die „Dummpalmen-Formation“ in den Grenzgebieten von Sudan und Sahara, u. s. w. — Wo das Klima regenreicher ist, entwickeln sich xerophile Grasfluren steppenartigen Charakters, z. B. in den Pampas-Gebieten Uruguays und Argentinas.

2. **Das Tragantklima** mit trockenem Sommer und spärlichen Regen in der kühleren Jahreszeit. Dem Bereiche dieses Klimas gehören der nördliche Saum der Wüste Sahara und angrenzende Teile von Arabien und Persien, ausserdem der südliche Saum der australischen Wüste an. — Die Gegenden an der Nordküste des persischen Meeresbusens sowie die Umgebungen von Massauah und Berber sind wärmer (Januar 14—26°) und mit mehr Regen. Beispiele: Ghardaia, Biskra und In-Salah in Algerien, Bagdad in Mesopotamien, Buschir und Djask in Persien.

In diesem Klima, wo viele Gradationen unterschieden werden können, kommen vorzugsweise xerophile Grasfluren verschiedener Art vor. Diejenigen der südlichen Mediterranländer und des Orients haben, ausser xerophilen Gräsern (*Stipa*, *Avena*, *Aristida* u. a.) und Kräutern resp. (Halb-)Sträuchern (*Astragalus*, *Acantholimon* u. a.), auch grössere xerophile Sträucher und kleine Bäume aufzuweisen (*Elæagnus*, *Cratægus*, *Pyrus*, *Rhamnus* u. a.); sehr verbreitet ist *Astragalus tragacantha*. — Die australischen Tragantgebiete sind wohl meistens savannenartig ausgebildet.

3. **Das subtropische Wüstenklima.** Oft jahrelang fast keine Regen. Chemische Verwitterung ziemlich gering, physikalische bedeutend. Deflation sehr stark; oft ist nur Fels und Steintrümmer zurückgeblieben. In den Umgebungen der Deflationsgebiete weite Flugsandfelder mit Bogendünen. Auswaschung schwach. Vegetation äusserst spärlich. Die Pflanzen teils ephemere Regenzeitpflanzen, teils Knollen- und Zwiebelgewächse, teils tiefwurzelnde Xerophyten. Hierher gehören die Wüstengebiete der Sahara und des inneren Arabiens, das Innere der Kalahari, das Gebiet nördlich vom kalifornischen Meeresbusen und ein Gebiet im NW von den Pampas Argentinas. Beispiele:

Khartum und Kairo in Ägypten und Ft Yuma (Arizona) in den Vereinigten Staaten. — Das Klima an der Küste der Wüstengebiete ist etwas abweichend, KÖPPENS Garúa-bezw. Welwitschien-Klima, mit sehr nebeliger Luft. Beispiele: Cap Duby in Marokko, San Diego in Kalifornien, Port Nolloth in Kapland, Iquique und Serena in Südamerika.

4. **Das Klima der Hochsavannen.** Die Temperaturverhältnisse das ganze Jahr hindurch ziemlich wenig variierend, Amplitude bis etwa 8°. Winter und Frühling regenarm, im Sommer oft starke Regengüsse. Dieses Klima herrscht auf den Hochebenen von Mexico (1,700—3,400 m hoch), in der Umgebung des Titicaca-Sees (3,800 m), in Bolivien (2,100—3,900 m), SE-Brasilien (oberhalb 1,300 m), im Hinterlande von Loango und Benguela (oberhalb 1,200 m), in Abessinien (2,000—4,000 m) sowie in dem Uhehe- und Mashona-Land. Beispiele: Addis Abeba und Magdala in Abessinien, Zacatecas und Mexico in Mexico. — Xerophile Grasfluren die bald mehr savannenartig, bald mehr steppenartig ausgebildet sind; Sukkulenten häufig, bisweilen sogar vorherrschend (Mexico).

Hieran schliesst sich:

5. **Das Klima von Ostpatagonien,** gewissermassen ein Mittelthing zwischen subtropischem Klima und antarktischem Tundraklima, charakterisiert durch kühle Sommer, milde Winter, starke Winde und ziemlich spärliche Niederschläge. Beispiele: Rawson, Santa Cruz und Rio Gallegos in Patagonien. Grasfluren mit ziemlich reichlichen, sogar nicht selten dominierenden, mehr oder weniger xerophilen Halbsträuchern und Sträuchern.

Die tropische Zone.

Die Gegenden beiderseits vom Aequator. Hohe, sehr beständige Temperatur; Amplitude nur 1—6°, in der Nähe der vorigen Zone bis 12°, Mitteltemperatur des Jahres etwa 22—28°.

Die eigentlichen tropischen Gebiete sind teils humid, teils mehr oder weniger arid, wenn auch die aridesten Klimate fehlen; nach KÖPPEN können unterschieden werden:

1. **Das Lianenklima.** Jährliche Regenmenge wenigstens 1,200 mm, erreicht aber bisweilen (Kamerungebirge, Cherrapunij u. a.) sogar über 10,000 mm. Klima der tropischen Regenwälder. Herrscht an

der SE-Küste Brasiliens sowie im Gebiet des Amazonen-Stroms, an der Ostküste von Zentralamerika, auf den Westindischen Inseln (teilweise), an der Südspitze Floridas, in dem ostindischen Archipelag, an der Küste von Annam, an der Ostküste des Golfs von Bengal, an der Westküste von Vorderindien, an der Ostküste von Madagaskar und im äquatorialen Afrika von Senegambien bis zum Viktoriasee. Beispiele: Akassa an der Nigermündung, Debundja in Kamerun, Mahé auf den Seychellen, Rangun und Singapur in Ostindien, Aparri auf den Philippinen. — Stark ausgewaschene sog. Lateritböden von wechselnder Farbe (rot, gelb, violett, sogar fast weiss) ohne deutliche Humusdecke, mit reichlichen Kolloiden.

2. **Das Savannenklima.** Jährliche Regenmenge unter 2,000 mm, mit einer wenigstens 2 Monate langen Trockenzeit. Das Gebiet dieses Klimas umfasst den Hauptteil der tropischen Zone. Je nach der Länge und Ergiebigkeit der Regenzeiten ist der Wald bald als Monsoonwald, bald als Savannenwald, bald (besonders näher der subtropischen Zone) fast dorngebüschartig ausgebildet. Sehr weite Gebiete werden von Savannen eingenommen. Beispiele: Goldküste, Kongo, Sansibar und Madras. Dieser Klimatyp ist einer weiteren Gliederung bedürftig.

Die Erforschung der Klimatypen — mehr oder weniger homogene Klimate, welche auf weiten Gebieten in verschiedenen Teilen der Erdoberfläche herrschen — hat durch die moderne bodenkundliche Forschung erhöhte Bedeutung gewonnen. Sie ist, ausser rein pflanzengeographisch, von hoher Bedeutung auch für die Waldwirtschaft, die Landwirtschaft und den Gartenbetrieb, bildet sie ja jedoch, wie zuerst vor allem der leider zu früh verstorbene Münchener Professor Dr. H. MAYR überzeugend gezeigt hat, eine der allerwichtigsten wissenschaftlichen Grundlagen für den Anbau ausländischer Holzarten und die „Naturalisation“ ausländischer Gewächse überhaupt; eine solche Naturalisation muss ja umso leichter und besser vonstatten gehen, je ähnlicher die fraglichen Gegenden in klimatischer Hinsicht sind. Trotz der grossen Bedeutung, welche dem Klima von den Pflanzengeographen der klassischen Zeit beigemessen wurde, steht der Forschung gerade in den Beziehungen zwischen Klima, Boden und Vegetation ohne Zweifel auch heute noch ein sehr interessantes und ergiebiges Arbeitsfeld offen; z. Z. sind ja — von gewissen recht genau untersuchten Gebieten abgesehen — hauptsächlich nur die groben Züge dieser Beziehungen erforscht.