

Pflanzenwanderungen im Tertiär und Quartär und ihre Ursachen.

Ein Vortrag von

Fr. Döhle, Apotheker in Kassel.

(Mit einer Abbildung.)

Vergegenwärtigen wir uns die Thatsache, dass während der ältesten geologischen Perioden vom Devon bis zur Trias und dem Jura jener monotone Charakter der aus Pteridophyten und Gymnospermen bestehenden Vegetation sich völlig gleich geblieben ist und sich zugleich ganz gleichmässig über die Festländer von Sibirien bis Afrika, von Grönland bis Australien verbreitete ohne irgend eine schärfere Abtrennung irgend eines Theils der damaligen Flora, in dem das Auftreten neuer und das Erlöschen alter Charaktere eben so gleichmässig an allen Orten vor sich ging, so drängt sich unwillkürlich die Frage nach der Ursache auf für den floristischen Umschwung, der sich seit der Mitte der Kreide vollzieht.

Im Oumenak-Golf in Grönland und im Pläner Sachsens wurden in Kreideschichten zum ersten Mal unter den üblichen Cycadeen einige Tannen, sowie Dicotylen, nämlich *Credneria* und *Ficus*, aufgefunden. Dies Auftreten von Dicotylen ist sehr wichtig und bezeichnend für die Kreide, da sie seitdem immer häufiger werden und den Beginn des Umschwungs angeben, der sich seitdem vollzogen hat.

Mit der Kreide beginnt nämlich das Klima einen Einfluss auf die Vegetation auszuüben und führt Zustände herbei, die sich von der alten Tropenflora mehr und mehr unterscheiden.

Weit deutlicher tritt dieser Unterschied im Tertiär auf, so dass man jetzt volle Berechtigung hat, von Klimazonen zu sprechen, und die Entwicklung dieser Klimazonen im Tertiär ist für den Botaniker, besonders aber für den Pflanzengeographen von grösstem Interesse, sowohl weil die Flora viele verwandte Beziehungen zur heutigen aufweist, als auch weil die Erdoberfläche unseres Planeten mehr und mehr ihre

heutige Gestalt annimmt, und weil sich die klimatischen Verhältnisse mehr und mehr den heutigen nähern.

Für diejenigen Herren, welche sich nicht besonders mit Geologie beschäftigen, muss ich das Tertiär in kurzen Zügen charakterisieren. Es kommen in botanischer Hinsicht neben den bestehenden Pteridophyten und Gymnospermen die Palmen und Laubhölzer zur Vollentwicklung unter besonderer Betonung, dass die grössere Masse der sich entwickelnden Angiospermen die Windblütigkeit aufgibt und unter Entwicklung grosser gefärbter Blumenkronen und mit den nötigen Vorrichtungen zur Insektenbefruchtung übergegangen ist, während die Gymnospermen Windblütler geblieben sind, nach dem Gesetz, dass sich höher entwickelte Formen schneller verändern als niedere.

Das Tertiär zeichnet sich aber in geologischer Hinsicht besonders durch folgendes aus:

1. fortwährende Verschiebungen von Meer und Festland in Folge säcularer Hebungen und Senkungen und
2. durch ungeheuere, massenhafte vulkanische Ausbrüche auf dem tertiären Festland.

Ich möchte deshalb das Tertiär ein recht eigentlich „dynamisches“ nennen, im Gegensatz zu Kreide und Jura, wo vulkanische Erscheinungen wenig verbreitet waren, also ein vorherrschend „dynamisches“, weil diese grossartigen Ausbrüche einen grossen Verlust an der Eigenwärme der Erde zur Folge hatten, und damit wesentlich jene Schrumpfungen und Stauungserscheinungen ihrer Rinde verursachten, welche man geologisch als Gebirgsbildung durch seitlichen Zusammenschub bezeichnet. Die Sache ist zu wichtig, um sie nicht eingehender zu behandeln.

Für das Alpengebirge ist nachgewiesen, dass der Anfang seiner Gebirgsbildung erst nach der concordant über einander erfolgten Ablagerung von Trias, Jura und Kreide stattfand, also im Anfang des Tertiärs.

Jedoch auch ganz junge tertiäre Bildungen, wie Flysch, Molasse, Nagelfluh, Nummuliten und Algenkalke sind an den Faltungen und Knickungen beteiligt und über 3000 Meter hoch empor gehoben.

Ich erlaube mir hier einige Stücke herum zu geben, die ich von den um Bex belegenen Gipfeln, der Dent du Midi, der Dent de Morcles, des Grand Mouveran und der Diablerets seiner Zeit mitgebracht habe. Diese Gebirge bilden einen vielfach zerrissenen, geologisch zusammenhängenden, über 3000 Meter hohen tertiären Complex.

Der Mont Perdu in den Pyrenäen ist ebenfalls tertiären Ursprungs. Im Himalaya wurde die Siwalikformation, eine tertiäre, durch Geröll und Schlammabsätze der Bergströme gebildete Süßwasserablagerung, sogar fast 5000 Meter hoch gehoben, alles Beweise, dass diese gewaltigen Stauungserscheinungen noch in der Mitte und am Ende des Tertiärs stattfanden. Ein gleiches bezieht sich auf die Cordillerenkette.

Durch das Studium der vulkanischen Ablagerungen, durch deren Vergesellschaftung mit tertiäre Süßwasserconchylien führenden Tuffen und mit Löss, jenem typischen, diluvialen Aufschüttungsprodukt ist sogar bewiesen, dass die vulkanischen Erscheinungen noch bis zum Anfang des Diluviums gedauert haben.

Solche tertiäre Eruptionsgebiete sind in Deutschland die Eifel, der Laacher See und seine Umgebung, das Siebengebirge, der Westerwald, das Vogelsgebirge, die Rhön, der Habichtswald, der Meissner und die Basaltkegel am Südhange des Thüringer Waldes.

Ferner gehören hierher die Basaltkuppen und Dome in Nordböhmen, Ungarn und in den Karpathen, sowie die erloschenen Vulkane Cataloniens und Frankreichs, und die noch andauernden vulkanischen Erscheinungen Italiens und Siciliens nehmen in Tertiär ihren Anfang.

Auch die nordische, vulkanische Zone, die sich von Grönland über Island, Far-Oer, die Shetlandsinseln nach Schottland, den Hebriden und Irland hinzieht, ist tertiären Ursprungs, ebenso der rings den Stillen Ocean umspannende Vulkangürtel, der nirgends seines Gleichen hat, reicht in die Tertiärzeit zurück; denn seine älteren vulkanischen Produkte sind trachytischer, andesitischer und basaltischer Natur.

Es ist also ersichtlich, dass diese vulkanischen Erscheinungen wohl geeignet waren, einen derartigen Wärmeverlust herbeizuführen, dass ein anderes Relief unseres Planeten geschaffen, dass zugleich aber mit Aenderung der senkrechten und wagrechten Umrisse eine Aenderung in Flussläufen, Meeresströmungen, in Windrichtungen, Regenmengen und Wärmesumme, Wärme-Maximum und Minimum, mithin auch eine Aenderung in Fauna und Flora hervorgebracht wurde.

Ich komme nun zu den Klimazonen zurück. Da die Erde aus obengenannten Gründen an ihrer Eigenwärme verlor, musste die Sonne als Wärmespenderin mehr in den Vordergrund treten. Die Isothermen näherten sich dem Aequator. Die Flora wanderte aus ihren früheren, höheren

Verbreitungsgebieten näher zum Gleicher. Es trat nun zuerst in den Nordpolarländern eine neue Vegetationszone auf — ihr Beginn fällt schon in die Kreidezeit — die sich von der alten tropischen Vegetation, welche bis zum Jura aus Pteridophyten und Gymnospermen bestand, und die Festländer gleichmässig bedeckte, wesentlich unterschied.

War es durch die allmähliche Abkühlung der Erde ermöglicht, dass in der Kreide die geographische Breite anfangen musste, einen Einfluss auf die Flora auszuüben, so war es im Tertiär der riesige Wärmeverlust in Folge der vulkanischen Ausbrüche, welcher die geographische Breite zu einem umwälzenden Motiv ersten Ranges machte.

Dem entsprechend unterscheidet man für das Tertiär 5 Vegetationszonen: 1. äquatoriale oder alt-tropische, 2. arktischgemässigte, 1 arktotertiäre im Norden und australe im Süden und zwischen diesen liegend 2 subtropischtertiäre.

Indem man alles Systematische dem Florenreich überweist, versteht man unter Vegetationszonen jene typischen Pflanzengenossenschaften, die biologisch dieselben Existenzbedingungen erheischen und sich in ihren Lebensbedingungen und Vegetationsphasen durch eine gewisse Periodizität charakterisieren, die abhängig ist vom Klima, das ist Licht, Wärme und Feuchtigkeit.

In Mitteleuropa folgte mit der Verlegung der Isothermen nach Süden auf eine tropische Vegetation eine subtropische und auf diese eine gemässigte, etwa der heutigen Mittelmeerflora entsprechende Vegetation, bewiesen durch tertiäre Ablagerungen, deren älteste Schichten Florenrepräsentanten echt tropischen Charakters, deren jüngste Schichten Typen eines gemässigten Klimas überliefert haben. Der Nordrand des alten Tropengürtels lag im Anfang des Tertiärs in Nordengland und Norddeutschland mit einer durch überwiegenden Reichtum an Palmen, Musen etc. gewährleisteten mittleren Temperatur von 25°. Im weiteren Verlauf des Tertiärs finden wir im Miocän die Nordgrenze in Südeuropa, im Pliocän etwa am 64° nördl. Br. in Südeuropa.

In Folge der schon erwähnten Hebungen und Senkungen tritt nun auch jener für das Tertiär so typische Wechsel von Meeresablagerungen mit Brack- und Süswassergebilden hervor, in dem die Pflanzen fortwährend gezwungen waren, hin und herzuwandern nach Wohnstätten, wo sie die ihnen zusagenden Existenzbedingungen vorfanden, von den rein klimatischen Bedingungen in diesem Falle ganz abgesehen.

Durch die Gebirgsbildung wird die Sache noch verwickelter, indem durch die in die Höhe gestauchten Gesteins-

wälle der tertiären Kettengebirge Vegetationsgebiete zerschnitten werden und lokale Entwicklungen durch Abänderung von Arten vor sich gehen.

Andererseits dienen die Gebirgsrücken selbst wieder als Entwicklungscentren der Flora und als Pflanzenwanderungslinien. In der That entsprechen die Züge der tertiären Kettengebirge auf Neumayr's Karte einem grossen Teile der Ausstrahlungscentren und Verbreitungslinien der Floren auf Blatt I. K. 44 der Berghaus'schen botanischen Abteilung.

Nord- und Südamerika stellt in seiner Cordilleren-Kette eine Verbindungslinie her über Aleuten, Kamschatka, die Kurilen, Japan, die Liukiu Inseln, Formosa, die Philippinen, Neuguinea, die neuen Hebriden, Neucaledonien mit Neuseeland.

In Neuguinea zweigt sich ein Ast ab über die Sunda-inseln, Barma, den Himalaya bis zum Pamir, dem „Dach der Welt.“ Hier zweigen sich die Nebenäste des Küen-Lün und des Tianschan ab, dessen Verlauf und Anschluss im Osten noch zweifelhaft ist.

Der Hauptast setzt sich nach Westen fort über die Gebirge Afghanistans, Persiens und Kleinasiens, den Kaukasus, die südliche Krim, den Balkan, die Apenninen, Karpathen, Alpen und Pyrenäen; eine südliche Abweichung macht derselbe als Sierra Nevada, tritt als Atlas nach Afrika hinüber, und dieser hat jedenfalls mit den Apenninen in Verbindung gestanden.

Spanien hing mit Afrika, Italien mit Sicilien und Afrika, Griechenland mit Kleinasien zusammen. Diese früheren Verbindungen lassen sich in ihren Bruchzonen noch durch einige Reihen von Vulkanen verfolgen, die an den inneren Bögen der Senkungsfelder liegen, so die spanisch-afrikanische Reihe von Agde an der französischen Küste über Olot am Südhang der Pyrenäen, der Insel Columbret, Cap de Gate nach der Insel Alboran; die italisch-afrikanische vom Vesuv über die liparischen Inseln, Stromboli, Aetna zur Insel Linosa; die griechisch-asiatische von Morea über Aegina, Poros, Milos, Santorin nach Nysikos.

Die norddeutsche Tiefebene, die Donauebene, Südwest-russland und Nordwestsibirien waren vom Meer bedeckt.

Ueber England, das mit Frankreich zusammenhing, führte die alte Landverbindungs- und vermuthete Pflanzenaustauschlinie über die Far-Oer, Island und Grönland nach Amerika. Diese Verbindung wird heute durch einen Flach-seestreifen von sehr geringer Tiefe bezeichnet.

Man darf aus der gleichmässigen Verbreitung der archaischen Formation in Skandinavien, Grönland und den Hudsonländern, sowie wegen des gleichmässig angrenzenden Palaeozoicums in den genannten Erdstrichen annehmen, dass ein uraltes Nordostamerika, Grönland und Skandinavien umspannendes Festland existirt habe, zu dem geologisch Irland, England, Normandie und Bretagne, sowie das alte Massengebirge der Meseta in Spanien hinzugehörten, welche aber durch Senkung inselartig abgerissen waren.

Aus diesen letztgenannten, einst bestehenden Verbindungen stammen jene Gruppen iberischer Pflanzen, deren Verbreitungsgebiet sich von den Azoren, der iberischen Küste, Gascogne, Bretagne, Cornwall bis nach Südwest-Irland erstreckt, wie der Erdbeerbaum und Ericaarten, *Arbutus Unedo*, *Erica mediterranea* und *Er. vagans*, *Menziesia polifolia*, später folgte dann erst die Einwanderung von Norden und von Nordwestdeutschland her.

Die Trennung obengenannten Continents ist dann unter Bildung der nordischen vulkanischen Zone durch das atlantische Senkungsfeld erfolgt.

Zu derselben Zeit scheint auch die Trennung der brasilianisch-afrikanischen Festlandsmasse, der Hochburg der alten tropischen Flora, erfolgt zu sein.

Es gab also zwischen der östlichen und westlichen Halbkugel im Norden zwei Verbindungswege, ich möchte sagen „Florenbrücken“. Hiervon mussten in erster Linie die nordische, gemässigte Zone wesentlichen Vorteil ziehen. Die der nordischen Tundrenregion angehörenden *Erica*-, *Rubus*-, *Vaccinium*- und *Empetrum*arten, sowie *Cochlearia* und *Archangetica* sind von Kamschatka bis Alaska über den ganzen Norden verbreitet.

Dasselbe ist von *Juncus*- und *Luzula*-, sowie von *Parnassia*-, *Saxifraga*- und *Chrysosplenium*arten und von *Dryas octopetala* als typischen Vertretern der arktisch-alpinen Vegetation zu sagen. Besonders die *Saxifraga*arten haben sich von Norden her über die Cordilleren und Rocky-Mountains verbreitet, setzen in den tropischen Anden aus und erscheinen wieder in der südamerikanischen Andenkette; auf der östlichen Halbkugel haben sie, von Kamschatka und Baikalien den Höhenzügen folgend, ein langgestrecktes Gebirgsareal inne, das sich bis ans kantabrische Randgebirge erstreckt.

Es bliebe noch zu beweisen, dass sich früher vielleicht das tertiäre Kettengebirge von Neu Seeland aus über die

vulkanischen Baleneynseln und Südvectorialand nach der Südspitze des amerikanischen Continents fortgesetzt hat.

Da der grosse Ocean ein fast allseitig geschlossenes Senkungsfeld darstellt, an dessen Bruchrändern Vulkanreihen liegen, und auch an den Südpolarküsten vulkanische Gebiete existieren (Erebus und Terror), so könnte man die dortigen Inseln und Küsten als Reste eines Continents auffassen, wodurch das grosse oceanische Senkungsfeld auch im Süden einen Abschluss gefunden hätte, und eine Landverbindungs- und Pflanzenwanderungslinie auch im Süden existiert hätte.

Hierfür den Beweis zu erbringen, ist ja bekanntlich eine der Aufgaben der Deutschen Südpolarexpedition.

Und in der That weist die mikrotherme Flora Patagoniens und die nördlich gelegener mesotherme chilenische Küstenflora viele Parallelförmigkeiten von Gattungen derselben Ordnung auf, die von Neuseeland oder indirekt von Australien eingewandert sein müssen, so die Restiaceen und Proteaceen.

Von letzteren wurden nach Lürsen 18 Gattungen, mit 136 Arten, in tertiären Ablagerungen Europas gefunden, und es weisen sich daher diese als typische Vertreter des Tertiärs aus, die nach Ettinghausen zusammen mit Casuarineen und Myrtaceen nach Australien gewandert zu sein und hier sich erhalten zu haben scheinen.

Nun liesse sich erwidern, dass auch diese Pflanzenfamilien in Südafrika vorkommen. Mit Recht, denn Afrika besitzt eine grosse Menge australischer Pflanzenformen, besonders Proteaceen, deren Gattungen aber sämmtlich in Australien, Neuseeland und Südamerika fehlen.

Dies unabhängige Vorkommen von Proteaceen in der Kalahari, am Cap und in Abessynien kann jedoch nur durch Einwanderung über die indomadagassische Halbinsel erklärt werden und durch deren zeitweisen Zusammenhang mit dem europäisch-asiatischen Continent, über die auch die Besiedelung Australiens mit Proteaceen erfolgte. Als nördlicher Rest dieser Landverbindung ist Vorderindien und Ceylon an Asien gekommen, während im Süden Madagascar und die Inselgruppen der Seychellen und Almiranten übrig geblieben sind und vom afrikanischen Festland losgerissen wurden. Tertiäre Grabenversenkungen, die mit der Senkung der indomadagassischen Halbinsel im Zusammenhang stehen dürften, sind in Afrika in einer langen Meridionalpalte nachgewiesen, die vom Nyassasee über den Tanganika, Sum burru, das Rote Meer, Tote Meer und die Jordanebene läuft und bis zum Kleinasiatischen Taurus nachgewiesen wurde. Da der afrikanische Proteaceenstamm eine grössere Verwandtschaft zum australisch-

amerikanischen nicht hat, so ist seine Einwanderung über Indo-Madagascar schon in sehr alter Zeit, vielleicht gleichzeitig mit der Besiedelung Australiens und Seelands erfolgt, und musste naturgemäss unter anderen klimatischen Bedingungen eine andere Weiterentwicklung vom Stamme nehmen als in Australien, in dem seine Vertreter entweder ausstarben oder mit Anpassung an die klimatischen Verhältnisse sich morphologisch veränderten. Auch besitzt Madagascar ebenfalls Proteaceen. Es sind aber auch auf den Gebirgen Australiens, Neuseelands und Südamerikas eine ganze Anzahl Pflanzenformen von bestimmtem borealen Charakter ausgebreitet, wie *Ranunculus*, *Saxifraga*, *Gentiana*, *Primula*, die sich hier in den australischen Gebieten wieder begegneten, nachdem sie sowohl die Andenkette als auch die tertiären Kettengebirge Ostasiens als Wanderlinie genommen. *Fagus*arten, entschieden borealen Ursprungs, aber in ihren einzelnen Gebieten verschieden ausgebildet, bewohnen Chile, Feuerland, Neuseeland, Neu-Südwesten und Tasmanien. Ich glaube daher an einer süd-polen Pflanzenwanderungslinie festhalten zu müssen.

Um schnell die Vegetation zu charakterisieren — und dies geschieht wol am besten durch die Baumwelt — und um zu zeigen, dass die Flora üppiger und mannigfaltiger war, als heute erwähne ich für Europa das Vorkommen von Palmen, Bambusarten, Lorbeer-, Camphor- und Zimmtbäumen, Magnolien, Myrten, Mimosen, Storaxbäumen, sämtlich Vertreter einer tropischen und subtropischen Vegetation, vergesellschaftet mit Platanen, Feigen, Kastanien, Nussbäumen, Pappeln, Erlen, sowie Sequoien, Sumpfcypressen und Fichtenarten. Diese Vegetation war eine derart üppige, dass sie ausge-dehnte Braunkohlenfelder bilden konnte.

Die Kohlenflötze des Harzes, Sachsens und Schlesiens bestehen vorwiegend aus Sequoien, Eiben und Sumpfcypressen, die Kohlenfelder des Samlandes aus Sumpfcypressen, Eiben, Zimmt- und Feigenbäumen, Erlen und Sequoien. Die Kohlen vom Meissner, Kaufungen und Habichtswald sind tertiären Ursprungs. Vom Meissner kann ich Ihnen aus dem Schacht Braunsrode solches Holz versteinert zeigen.

Jedoch auch in höheren Breiten, in Grönland und Spitzbergen wurden tertiäre Kohlenflötze gebildet, deren Material gewaltigen Sequoien, Magnolien, Platanen, Pappeln, Wallnussbäumen, Sumpfcypressen, Eichen, Birken, Eschen entstammt.

Auch am Bärenfluss unter 65° nördlicher Breite, auf Vancouver, auf den Felsengebirgen, auf Kamschatka, und den Kurilen wurde eine ähnliche Vegetation nachgewiesen, sogar in Grinnelland unter dem 81° nördlicher Breite wurde

eine nordischere Vegetation von Eiben, Erlen, Kiefern und Sumpfcypressen aufgefunden, eine Vegetation, die aber mindestens noch eine Jahrestemperatur von 8° C. erfordert, während jetzt das Land unter ewiger Eisdecke starrt.

Dies war also die Vegetation der nördlichen Festlandsmasse der öst- und westlichen Halbkugel, die von einem Meer von der südlichen getrennt wurde. Hier auf der südlichen Festlandsmasse herrschen Palmen vor, während Abietineen und Cupuliferen fehlen, und um den Südpol Restiaceen und Proteaceen überwiegen.

Da in Japan und auf Sachalin ganz nordische, tertiäre Vegetationstypen nachgewiesen sind, die sich von der Vegetation von heute wesentlich unterscheiden, so ist mit ziemlicher Sicherheit anzunehmen, dass im Tertiär die Lage der Erdaxe eine andere gewesen und der Nordpol in Ostasien gelegen hat, was durch die üppige, tertiäre Vegetation in Grinnelland vollständig gerechtfertigt wird. Die allmähliche Verlegung des Nordpols von Ostasien in nordwestlicher Richtung an seine heutige Stelle scheint sich im Tertiär und Diluvium vollzogen zu haben.

Nach einem der ersten Pflanzenkenner der Schweizer Molasse, Heer, ist die tertiäre Vegetation fast übereinstimmend mit der heute in den Tropen und Subtropen Asiens und Amerikas heimischen Pflanzentypen. Es reicht jedoch nach seinen Untersuchungen die Übereinstimmung derselben nur bis auf die Gattungen, nicht auf die Arten, obwohl er sagt, dass die Unterschiede so gering sind, dass es zweifelhaft sein könnte, ob sie zur Artentrennung genügen. Ihm schliessen sich Forscher wie Eichler, Engler, Ettinghausen und Göppert an, während ein so vorsichtiger Forscher, wie Schenk, vielen fossilen Resten jede Bedeutung abspricht, theils wegen mangelhafter Erhaltung, theils weil dieselben in so ungenügender Menge vorliegen, dass sie keine genaue Bestimmung zulassen, welchen Pflanzengruppen dieselben zuzuteilen seien.

Wegen dieses zweifelhaften Charakters mancher Fossilien ist das vorhandene Material sehr eingeschrumpft, jedoch existiert immer noch ein grosser Teil gut charakterisierter Gruppen, welche trotz geringer Unterschiede bestimmt auf die heutige Vegetation bezogen werden können, und im Allgemeinen wird wol von niemand ausser Frage gestellt werden, dass die tertiäre Vegetation die Vorläuferin der heutigen ist.

Es gingen diese Unterschiede hervor aus der viele Jahrtausende währenden Umgestaltung und Umprägung durch das sich allmählich ändernde Klima, zugleich unter

Auswanderung nach Wohnstätten, wo passende Verhältnisse sich vorfanden. Sicher charakterisiert erscheinen folgende Formen.

So entspricht *Glyptostrobus Oeningensis* dem *Glyptostrobus heterophyllus* von Japan; *Taxodium dubium*, die im Tertiär so weit verbreitete Sumpfcypresse, dem *Taxod. distichum* von Mexico; *Libocedrus salicornoides* dem *Libocedrus decurrens* von Californien; *Pinus taedaeformis* von Lausanne der *Pinus taeda* Mexicos; *Platanus aceroides* von Oeningen dem *Platanus occidentalis*, *Cinnamomum polymorpha* dem *Cinnamomum camphora* von Ostindien; *Laurus princeps* von Oeningen dem *Laurus Canariensis* von Teneriffa, *Castanea atavia* von Leoben der *Castanea vesca* von heute. *Pinus Palaeo-Strobus* von Häring hat sich nach Ettinghausen in zwei Arten, eine mit 2 Nadeln führenden Büscheln und eine mit 3—5 Nadeln führenden Büscheln abgeändert und ist der Vorfahre von *Pinus Larix*, *Pinus silvestris*, *Pinus montana* und *Pinus Cembra*. Auch die Gattungen *Alnus*, *Betula*, *Corylus*, *Carpinus*, *Fagus* und *Quercus* sind als gesichert anzusehen, besonders *Quercus* entspricht jetzt nicht europäischen Arten. Fast übereinstimmend mit manchen tertiären Gattungen ist auch *Juglans*, *Populus* und *Salix*, letztere mit den nicht glacialen Arten. Und die Sequoien sind nichts als die Vorfahren jener californischen Mammuthbäume.

Das Klima, das am Ende der Tertiärzeit auf der nördlichen Halbkugel noch ein gemässigt war, geht allmählich in ein kühles über, und es entsteht schliesslich unter extremer Steigerung der Verhältnisse eine Eiszeitperiode.

Wenn von Eiszeit die Rede ist, so meint man im Allgemeinen die ans Ende des Tertiärs und an den Beginn des Quartärs fallende. Ich möchte jedoch nicht unerwähnt lassen, dass wahrscheinlich auch schon in früheren geologischen Zeitaltern Kälteperioden existierten, für welche bisher nur astronomische, keine geologischen Beweise erbracht worden sind.

Der Engländer James Croll folgert zur Erklärung des Eiszeitphänomens auf Grund der periodischen Aenderungen in der Excentricität der Erdbahn und aus der Praecession der Aequinoctien gemäss astronomischer Berechnung eine sich wiederholende klimatische Bevorzugung und Benachteiligung der Nord- und der Südhemisphäre, welche an sich zwar keine Eiszeit bedingen kann. Jedoch hat diese ungleiche Erwärmung der beiden Erdhälften einen physikalischen Vorgang zur Folge, der wesentlich den Ausschlag gibt, nämlich die Ablenkung der Passatwinde.

Diese regelmässigen Winde beeinflussen die Meeresströmungen, und letztere führen den Gegenden, die sie berühren, Wärme zu.

Die Passatwinde wehen zur Jetztzeit vom Aequator nach Norden und veranlassen unter anderem den Golfstrom, der die Isotherme von 0° in Folge des wärmeren Wassers auf Island nach dem 66° und in Nordskandinavien sogar bis zum 70° n. Br. verlegt, wodurch ein grosser Teil Nordeuropas, der anderenfalls unter Eis begraben wäre, bewohnbar wird, während dieselbe Isotherme von 0° durch das kalte Landklima Nordamerikas bis 50° , in den mittelasiatischen Steppen sogar bis zu 45° n. Br., also um rund $20-25^{\circ}$, herabgerückt wird.

Lagrange und Leverrier haben nun aus der Bahnexcentricität im Vergleich mit dem Vorrücken der Aequinoctien von 1800 nach Christo an für 3 Millionen Jahre rückwärts und 1 Million Jahre vorwärts die Kälteperioden berechnet. Danach hatte die letzte Eiszeit mit ihren beiden Oscillationen vor ca. 100000 und 80000 Jahren statt, während im Tertiär selbst, und zwar im Miocän, vor 850000 Jahren und im Eocän vor 2500000 Jahren je eine Kälteperiode statt hatte.

Englische Geologen, wie Ramsay, suchen dies zu bestätigen und behaupten unter Hinweis auf gewisse aus Moränenblöcken zusammengesetzte Conglomerate, dass Eiszeiten schon in allen geologischen Perioden stattgefunden hätten, von Cambrium aufwärts bis zum Tertiär. Kerner von Marilaun behauptet deshalb auch, dass schon im Tertiär alle Gebirge über 3000 Meter zwischen dem 46 und 48° n. Br. vergletschert gewesen seien, und dass auch im Tertiär eine alpine Flora, die Vorläuferin der heutigen, existiert habe, aus welcher durch Kreuzung, Hinzuwandern arktischer Arten und Aussterben einer Reihe von Charakteren die heutige arktisch-alpine Flora hervorgegangen ist.

Durch das Vorhandensein von Conglomeraten an sich, ist zwar noch nichts bewiesen, ebensowenig wie geologische Nachweise für frühere Eiszeiten, als die letzte, bis jetzt geführt werden können. Jedoch sollte man das Diluvium nicht speciell die Eiszeit, sondern eine Eiszeitperiode nennen oder als besondere Modification oder Unterbrechung derjenigen geologischen Periode bezeichnen, in welche sie eingeschaltet ist.

Die Entwicklung so riesiger Eismassen, wie sie namentlich die Nordhemisphäre aufweist, bedingt niedrige Temperatur und feuchte Atmosphäre mit reichlichen Niederschlägen, wobei naturgemäss auf der südlichen Hemisphäre höhere

Temperatur mit grosser Wasserverdunstung herrschen muss, und damit wird verständlich, dass Eiszeiten nie gleichzeitig auf beiden Erdhälften sein können.

Die uns hier interessierende Eiszeit besteht aus zwei durch eine wärmere Interglacialzeit getrennten Kälteperioden.

Durch die tertiären Vegetationszonen macht die Eiszeit einen grossen Strich, indem sie weite Gebiete mit Eis bedeckt.

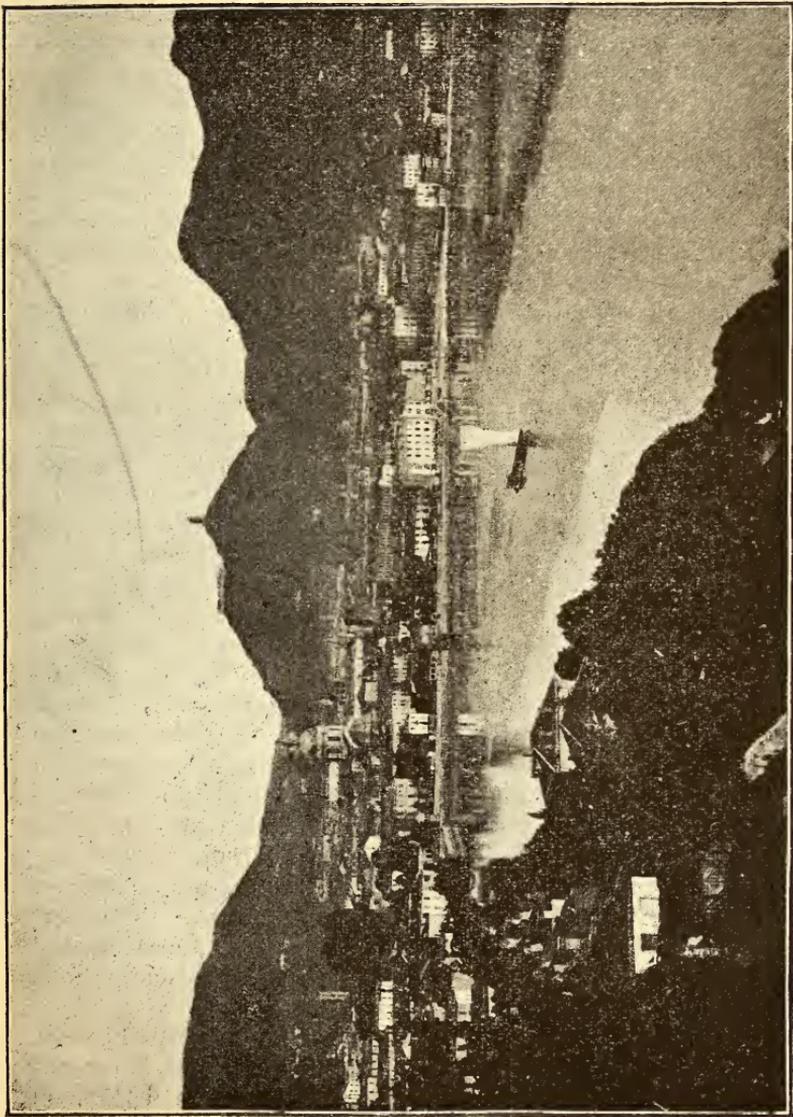
Von den britischen Hochlanden war England bis zur Themse vergletschert. Von Skandinavien strahlen nach Süden ungeheure Massen Inlandeis, deren Grenze etwa eine Linie entspricht, welche von den Rheinmündungen nördlich des rheinisch-westphälischen Schiefergebirges und des Harzes hinzieht, dann südöstlich eine weite Ausbuchtung nach Thüringen macht, den Südfuss des Erz- und Riesengebirges in bedeutender Höhe umgürtet, am Nordrand der Karpathen hinzieht und noch das Tiefland des Dnieper und der Wolga bedeckt, um dann nach Norden abzulenken.

Mächtige Eisströme entfalteten auch die Pyrenäen; die Gebirge Mittelfrankreichs waren vergletschert, jedoch fehlt ein französisches Inlandeis. Die Alpen, die etwa noch mit ihren höchsten Firsten aus dem Eispanzer herausahen, bildeten ein grossartiges Austrahlungscentrum. Der Aar-, Reuss- und Limmatgletscher reichten bis in die niedere Schweiz, der Rheingletscher bis nach Schwaben und an die Donau, der Lech-, Ammer-, Loisach-, und Inngletscher bis in die Nähe von München. Die grösste Eismasse führte der Rhônegletscher. Er bedeckte den Genfer See, die ganze niedere Schweiz und die Jurahänge bis zu 1040 Meter Höhe. Bei Genf nahm er noch den Arvegletscher auf und ging mit diesem vereint bis Lyon. Auf der Südseite traten die Gletscherströme der Dora baltea, des Lago Maggiore, des Lago di Como, des Iseo und der Sarcagletscher in die Ebene und warfen hier ungeheure Moränenwälle, von sogar ca. 650 Meter Höhe, wie bei Como, auf, entsprechend ihrem kürzeren und schnellerem Marsch, in Folge grösserer Bestrahlung und Abschmelzung.

Ausgedehnte Moränen deuten auf das Vorhandensein von Gletschern im Kaukasus, Demavend, Arrarat, Libanon und Sinai, während im Kuën-Lien, Tian-Schan und Himalaya die Gletscher kaum ihre heutige Grösse wenig überschritten.

Nordamerika war sogar bis 40° Parallelkreis vergletschert.

Dieser ganze Vorgang war kein plötzlicher, sondern ein ganz allmählicher. In Deutschland blieb zwischen den Alpen und der skandinavischen Vereisung nur ein schmaler Saum unver-



Como mit seinen diluvialen Moränenwällen ca. 650 m H.

eisten Landes. Das Klima war in Mitteleuropa etwa 3—4° kühler und auf den Landflächen feuchter als heute. Die post-tertiäre Flora, die der Schweiz und Süddeutschland ein

immergrünes, mesothermes Gepräge gegeben hatte, wanderte südlich und mit kühlerem Klima trat hier eine mikrotherme Flora auf.

Ein Kohlenlager an der Küste von Norfolk giebt uns ein Bild derselben. Es finden sich hier Bergföhren, Fichten, Eichen, Haseln, Eiben, Weissbirken, Lärchen, mehrere Arten Binsen, Schilf und Fieberklee.

In der Nähe der Gletscher und in den Moränen finden sich arktisch-alpine Pflanzen, wie *Saxifraga oppositifolia*, *Primula glacialis*, *Ranunculus glacialis*, *Dryas octopetala*, *Silene acaulis*, *Polygonum viviparum*, Edelweiss und Alpenrosenarten, an den Bächen steht *Salix polaris* und *Betula nana*, alles Pflanzen, die zum grössten Teil in den Schwarzenbacher Glacialthonen nachgewiesen sind.

Diese arktisch-alpine Flora ging mit der Entfernung vom Rande der Gletscher allmählich in die mikrotherme Waldvegetation über.

In der nun folgenden wärmeren Interglacialzeit, in welcher sich die Gletscher annähernd auf ihr heutiges Gebiet zurückzogen, wandert die arktisch-alpine Flora, dem Eise folgend, in grössere Meereshöhe hinauf und in höhere geographische Breiten zurück, indem sie ihr Feld abtraten an die bei wärmerem Klima teilweise wieder einwandernden Arten.

Während einige Forscher annehmen, dass die vom Eis befreiten Gebiete eine Steppenflora entwickelten, und darauf erst von Waldvegetation in Besitz genommen wurden, wird von den meisten Forschern angenommen, dass die Steppe und der Gletscher weder vertikal im Gebirge, noch horizontal in der Ebene nebeneinander vorkommen, und dass erst eine arktisch-alpine Flora und eine mikrotherme Waldvegetation dem Gletscher nachwandern müsse, ehe die Steppe das Gebiet in Besitz nehmen kann, und dass umgekehrt die Waldvegetation und die arktisch-alpine Flora über die Steppe zurückwandern muss, ehe bei Rückwanderung die Gletscher ihre früheren Gebiete in Besitz nehmen können. Wie aus einigen von der grossen Hauptsteppe abgetrennten Gebieten hervorgeht, scheint die Steppe in der Interglacialperiode weiter verbreitet gewesen zu sein, als heute.

Das Klima während der Interglacialzeit war ein wärmeres, und dass die Vegetation wieder einen üppigen Charakter annimmt, beweisen die Schieferkohlen von Utznach und Dürnten zwischen zwei Grundmoränen. Die diese Schieferkohlen zusammensetzenden Pflanzen weisen auf ein dem unseren ähnliches Klima hin. In einem besonderen Interglacialgebilde, der Höttinger Breccie, einem durch Kalksinter verfestigten Ge-

hängeschutt, sind sogar Blätter von Palmen nachgewiesen, was auf ein noch wärmeres Klima deuten würde, nämlich *Chamaerops humilis*, sowie ausserdem *Rhododendr. ponticum*, welche beide in den Alpen ausgestorben, im südlichen Spanien sich aber erhalten haben. Es ist dies jedoch jedenfalls nur ein durch Exposition begünstigter Standort, da die Eiszeit mit der tertiären Flora ein fast vollständiges Ende gemacht hat.

Die bei Weimar, Tonna und Mühlhausen in Thüringen auf altem Glacialschotter auflagernden, interglacialen Kalktuffe zeigen uns in ihren Blattabdrücken eine Laubholzvegetation aus Eichen, Buchen, Pappeln, Weiden, Linden, Schilf und Hirschnage.

Bei der nun wiederum eintretenden zweiten Vergletscherung erreichen die Gletscher ihre frühere grosse Ausdehnung zwar nicht wieder, jedoch trat annähernd dasselbe Klima ein. Die arktisch-alpine Flora rückte mit dem nördlichen Inlandeis und den Gletschern der Gebirge wieder in ihre frühere geographische Breite und in dieselbe Meereshöhe herab.

Ein dieser zweiten Vergletscherung angehörender Fund wurde bei Schussenried in Schwaben gemacht, in der Jungmoräne am Rande des diluvialen Rheingletschers, wo in einer Abfallgrube des Diluvialmenschen unter Torf und Tuff der Schussenquelle vorzüglich erhaltene Moose aufgefunden wurden, die damals und heute nur an der Grenze des ewigen Schnees und Eises wuchsen, und heute nur unter dem 70^o nördlicher Breite und auf den höchsten Alpenkämmen vorkommen und in den Tümpeln wuchern, in denen das Gletscherwasser mit seinem feinen Sande verläuft. Schimper bestimmte darunter *Hypnum sarmentosum* Whlbg, welches heute nur auf den höchsten Alpenkämmen sowie in Labrador, Grönland und auf der Alpe Dovrefield in Norwegen vorkommt; *Hypnum aduncum*, var. *groenland.* und *Hypnum fluitans* var. *tenuissimum*, welche heute ebenfalls nach Norden und in die Hochgebirge ausgewandert sind.

Bei dem nun mit wärmerem Klima allmählich eintretenden Rückzug des Eises finden wir wieder dieselbe Anordnung, jedoch besitzen wir für diese zweite Rückwanderung schon festere Anhaltspunkte, sowohl durch positive Forschung als auch durch Beurteilung der Gruppierung der heutigen Vegetation, als dem endlichen Resultat des Rückzuges.

Der Däne Japetus Steenstrup war es, der sich obwohl Anthropologe, um die Pflanzengeographie grosse Verdienste erworben hat, durch Erforschung der dänischen Wald-

moore. Diese Moorfunde lehren, dass die Vegetation in Dänemark einen grossen Wechsel erfahren hat.

Die Moore liegen in altem Moränengebiet und sind Austiefungen von ca. 30 Meter, wie derartige Löcher in Glacialgebieten von mit erratischen Blöcken durchsetztem Lehm und Sand häufig vorkommen.

In diesen Waldmooren die eine sehr deutliche Schichtung zeigen, finden sich zu unterst die Abdrücke und Reste hochnordischer Pflanzen, wie sie nur in der Nähe der Gletscher vorkommen, die Zwergbirke *Betula nana*, die Gruppe der Glacialweiden *Salix polaris*, *S. herbacea*, *S. reticulata*, sowie die Silberwurz *Dryas octopetala* und der rote Steinbrech *Saxifraga oppositifolia*.

Diese unterste Schicht bildete die Vegetation am Rande der Gletscher, die mit dem Rückzug gleichen Schritt hielt und sich in die Norwegischen Hochgebirge, sowie nach Grönland und Spitzbergen gerettet hat.

Auf diese Schicht der Waldmoore folgt eine sehr starke Schicht Torf mit Tannästen und Nadeln, Zapfen von *Pinus silvestris*. Es finden sich sogar ganze Stämme darin, die mit den Wurzeln nach oben, also von aussen hinein gestürzt sein müssen. In dieser Schicht finden sich auch Reste des Auerhahns, der bekanntlich von jungen Fichtentrieben lebt und jetzt aus Dänemark vollständig verschwunden ist, eben so wie der Fichtenwald, denn die herrlichen Wälder Seelands bestehen aus Buchen.

Es folgte also der arktisch-alpinen Flora eine mikrotherme Waldvegetation aus Kiefern.

Die höheren Lagen der Waldmoore enthalten Espen, Eichen, noch höher hinauf in den centralen Schichten Birken, Erlen, Weiden, und hierauf in den höchsten Lagen der Moore vom Rande her Buchen, welche heute die Waldbestände bilden.

Es hat also bei milder werdendem Klima eine Einwanderung von Laubbäumen stattgefunden, die die Nadelhölzer allmählich nach Norden gedrängt haben. Die Buche hat ihrerseits die Eiche, welche ihr bei der Einwanderung nach Norden voranging, wieder weiter nördlich gedrängt.

In Grossbritannien hat derselbe Vorgang stattgefunden. Am nördlichsten geht die Kiefer, weniger nördlich die Eiche und weiter nach Süden erst tritt die Buche auf. Die Trennung Englands vom europäischen Festland ist deshalb erst nach der Einwanderung der Waldvegetation in sehr junger Zeit erfolgt. In Irland, wo die Buche allerdings nur Culturbaum

ist, findet man in Mooren riesige Stämme von Nadelhölzern und Eichen.

Ich komme nun auf die heutige Gruppierung der Vegetation zu sprechen. Die nach den Polen zu abnehmende Wärme verursacht horizontal in der Ebene dieselben Erscheinungen als die mit steigender Meereshöhe abnehmende Temperatur vertikal im Gebirge. Man siehe hierzu vorstehende Tabelle.

Hinter diesen Gebieten der Buche und Eiche liegt südlich das Gebiet der mitteleuropäischen gemischten Wälder, in welchen noch *Pinus Larix* und *Abies alba* grössere Häufigkeit erreichen.

Südlich und östlich aller dieser Gebiete liegt die Steppe, und zwar Vorsteppe und Uebergangsteppe, in der noch an den Flussläufen die Eiche, Esche, Hainbuche, Ulme und der tartarische Ahorn Bestände bilden. Im Süden dehnt sich dann bis an's schwarze Meer, Kaukasus und Caspische Meer, die Wiesensteppe aus.

Ebenso wie sich die mikrotherme Waldvegetation an den Flussläufen zu erhalten strebt, drängen eine ganze Reihe Kräuter und Stauden aus der Steppe vor, so z. B. *Clematis recta*, *Glaucium corniculatum*, *Oxytropis pilosa*, *Jurinea mollis*, *Astragalus exscapus*, *Astragalus onobrychys*, *Iris variegata*, *Stipa capillata* und *Stipa pennata*.

Ich muss zum Verständnis dieses letzteren Phänomens die orographischen Verhältnisse der norddeutschen Tiefebene am Schluss des Diluviums kurz beleuchten.

Die mit dem Rückzuge der Gletscher entstehenden stärkeren Schmelzwässer bildeten, indem sie Erdreich abschwemmten, an dem jeweiligen Gletscherrande tiefe Rinnen, die sich zu Strombetten verbreiterten und in westöstlicher Richtung verliefen. Sie bildeten während des Rückzuges des Eises das stetig wechselnde Stromsystem.

Die älteste dieser Stromrinnen ist die südlichste, von Ostrow am Bartsch hinauf in südöstlicher Richtung nach Glogau; sie nimmt hier die Oder auf, führt durch den Spreewald und das Baruther-Luckenwalder Thal längs des Fläming in die Elbe. Diese Stromrinne habe ich miterwähnen zu müssen geglaubt; sie kommt jedoch für unseren Gegenstand weniger in Betracht, da sie im Gebiet der ersten, grössten Vereisung liegt.

Bei Abschmelzung des Eisrandes der zweiten Vergletscherung bildete sich weiter nördlich eine sehr grosse und wichtige Stromrinne. Der Weichsellaufl ergoss sich durch

Netze und Warte und Oderbruch in die untere Oder, um sich von hier über die Havelseen zur unteren Elbe zu wenden.

Diese Stromrinne verlegte in einer letzten Periode der Abschmelzung ihren Lauf durch Netze und Warte in die Oder und dann durch den jetzigen Finnow-Ruppiner Kanal in die Elbe.

Beide Stromrinnen konnten von den genannten Pflanzen, die in dem südwestlichen Russland heimisch sind und die weichselabwärts teilweise bis in die Mark drangen, als bequeme Wanderungslinie benutzt werden.

Nach dem Abschmelzen des Eises brachen die Stromläufe diese Verbindungen ab und nahmen als Weichsel und Oder nördliche Richtung zur Ostsee. Der Nachschub der Steppenflora hörte nach Westen auf und wurde nach Norden geleitet, so dass sie auch Standorte in Pommern, Posen und Preussen erobern konnte.

In die von den Steppenpflanzen eingenommenen westlichen Gebiete folgten andere Steppenpflanzen aus Böhmen und der Donau und Elbe erobernd nach und hartnäckig halten sie, bes. im Oderbruch und im Thale der Warte und Netze an den einmal eingenommenen Standorten fest.

Ihre Standorte in Süddeutschland legen aber auch die Vermuthung nahe, dass sie die Donau aufwärts bis zur Rheinmoräne und dann Rhein abwärts gewandert sind, eben so lehren die Vorkommnisse einzelner solcher Steppenpflanzen im Wallis und Tessin, so wie in Südfrankreich, dass sie die langgezogenen Alpenthäler, wahrscheinlich durch die Ostwinde begünstigt, als Wanderungsweg genommen haben.

Andernfalls sind die einzelnen Vorkommnisse von Steppenpflanzen an der oberen Donau, am Bodensee, im Nahe- und Saarthale, und im Maingebiet, so wie in Südfrankreich als Reste der interglacialen Steppenflora, die ja, wie schon erwähnt, weiter ausgebreitet war als heute, also als verlorene Posten einer Vegetation, anzusehen, die ihr Terrain an die mikrotherme Waldvegetation verloren hat.

Die in Folge linguistischer Erklärungsversuche auf eine südliche oder südöstliche Heimath deutenden uralten Culturgewächse müssen hier fortgelassen werden.



9a.

die Glacial-Zone. } 1. Hocharktische Region. 2. Niederarktische
Fjeldregion. 3. Niederarktische Tundrenregion,
jede mit einer entsprechenden Flora.

: Grönland, Spitzbergen, Franz-Josephsland, Nowaja-Semmlja.
polaris, Dryas octopetala, Saxifraga oppositifolia, Parnassia und Chryso-
us-, Carex- u. Luzulaarten.

gebirgs od. Fjeldregion: Hierzu gehören die Skandinavischen
l, sowie die Far-Oer, u. Shetlands-Inseln.

polaris, Betula odorata, Calluna vulg., Erica tetralix, Loiseria, Pinguicula,
, Pedicularis, Chrysosplenium, Dryas octopetala.

region od. Tundra: Küstenränder von Ostskandinavien, Nordrussland
Holzgrenze.

ula fruticosa, Bet. odorata, Alnus glutinosa, welche buschartig nicht über
grenze vorgeschoben sind; daneben, Vaccinium, Empetrum, Rubus, Saxi-
m, Parnassia etc.

eichen abgesehen von der Norwegischen Fjeldregion und vom Ural, die
reichen, bis zum 75° nördlicher Breite.

1a.

den die Nordeuropäische Nadelholzregion.

I. Arktisch-alpine Vegetation in Europa.

Dieser Formation im Gebirge: der Nivalen Region: entspricht im Norden: die Glacial-Zone.

1. Hocharktische Region. 2. Niederarktische Fjeldregion. 3. Niederarktische Tundrenregion, jede mit einer entsprechenden Flora.

Die Nivale Region reicht von der Schneegrenze in den Alpen 2750, ev. 3000 Meter bis zur Baumgrenze von 2268, ev. 3000 Meter, inbegriffen die durch Exponierung innerhalb der Schneefelder und der Gletscherregion der höchsten Gebirgskämme vorkommenden Pflanzenindividuen.

Flora, hauptsächlich Moose.

Phanerogamen von besonderem Charakter, oft bis zu 3800 Meter steigend:

Gentiana alpina, Silene acaulis, Polyg. vivip., Androsace helvet. u. glacialis, Ranunculus glac., Chrysanthemum alpinum, Parnassia palustr., Saxifraga alpina, Salix alpina, Rhododendron ferrug., Azalea procumb., Pinguicula, Pedicularis, Dryas octopetala.

1. Hocharktische Region: Grönland, Spitzbergen, Franz-Josephsland, Nowaja-Semmlja. Charakterflora: Salix polaris, Dryas octopetala, Saxifraga oppositifolia, Parnassia und Chrysospleniumarten, Juncus-, Carex- u. Luzulaarten.
2. Niederarktische Hochgebirgs od. Fjeldregion: Hierzu gehören die Skandinavischen Gebirge, Island, Ural, sowie die Far-Oer, u. Shetlands-Inseln. Charakterpflanzen: Salix polaris, Betula odorata, Calluna vulg., Erica tetralix, Loisleria, Pinguicula, Saxifraga, Parnassia, Pedicularis, Chrysosplenium, Dryas octopetala.
3. Niederarktische Moosregion od. Tundra: Küstenränder von Ostskandinavien, Nordrussland u. Sibirien bis zur Holzgrenze. Charakterpflanzen: Betula fruticosa, Bet. odorata, Alnus glutinosa, welche buschartig nicht über 1 Mtr. über die Holzgrenze vorgeschoben sind; daneben, Vaccinium, Empetrum, Rubus, Saxifraga, Chrysosplenium, Parnassia etc.

Diese 3 Abteilungen reichen abgesehen von der Norwegischen Fjeldregion und vom Ural, die vermöge ihrer Höhe südlicher reichen, bis zum 75° nördlicher Breite.

II. Mikrotherme Waldvegetation ebenda.

Dieser Formation im Gebirge und zwar der Abteilung a: der Alpenen Region entspricht im Norden die Nordeuropäische Nadelholzregion.

Die alpine Region reicht von der Baumgrenze 2268 Meter bis zur Montanen Region 1815 Meter; zwischen den Geröllfeldern und den Bergwiesen grössere Holzbestände von

Larix europaea u. Pinus cembra, Lärche u. Arve } 2268 mtr.
u. Alnaster alnopenetala, der Bergerle od. Druse

Als Strauch steigt die Varietät von Pinus montana bis und zwar die Legföhre Pin. mont. v. Mughus } 2024 Mtr.
u. das Knieholz Pin. mont. v. pumilio } Höhe

Das Unterholz wird gebildet von Juniper. nana, den Glacialweiden Salix hastata, lapponum, reticulata, Daphne alpina, Rhododendron ferrug., hirsut (auf Kalk) u. intermedium, steife Seggen wie Carex firma, während Betula nana, Jun. arcticus, Sax. cernua sehr selten sind.

und zwar, das Gebiet Nordrussland bis zum Ural 60—76° nördlicher Breite. Dies Gebiet hat als Charakterbäume:

Larix sibirica u. europaea, Pinus cembra, Pinus silvestris, daneben Picea excelsa u. obovata, Abies sibirica, Betula glutinosa, Bet. fruticosa.

Ferner Moore mit Betula nana, Alnus incana, Calluna vulgaris, Erica tetralix, Vaccinium uliginosum und oxycocos, sowie ferner eine arktisch-boreale Flora von Salix lapponum, Empetrum nigr., Cornus suecica, Linnaea borealis, Saxifraga hirculus, welche noch in den nördl. gel. Gebieten der Buche und Eiche vorkommen, südlicher in der Ebene aber fehlen, und erst in den Hochmooren der Hochgebirge wieder auftreten.

Es steigt also die Birke und Erle, mit den Nadelhölzern gleichen Schritt haltend, in höhere geographische Breiten, während sie im Gebirge nicht gleichen Schritt zu halten vermag, und hinter den Nadelhölzern mit steigender Meereshöhe zurückbleibt.

Der Abteilung b. der Montanen Region und zwar ihrer ersten Unterabteilung entspricht die Nordeuropäische Nadelholzregion.

Die Montane Region hat 3 Unter-Abteilungen.

1. Reine Nadelholzregion 1600—1815 mtr.

Höhen-
grenze der
Charakterbäume.

1815 m. Picea excelsa.
1728 „ Abies alba. ausserdem
1708 „ Pinus silvestr. kommen vor: Pinus
1801 „ Sorb. aucuparia cembra Larix europ.
die Fichte über- sowie Alnast.
steigt als Strauch. alnopenetala.
„ Salix caprea Sohl-
weide.

2. Nadelholz-Laubholz-
region 1300—1600 Meter,
mit Buche, Picea excelsa,
Pinus silvestris und mont.
(ohne Eiche)

Höhen-
grenzen der Hauptcharakterbäume.
1560 Fagus silv. 1531 Prun. Padus, 1520
Betula pubesc. 1502 Acer platan. 1490 Bet. alba,
1360 Frax. excels. 1393 Aln. incana, 1346 Taxus
baccata, ausserdem Picea exc. u. Pin. montana.

3. Laubholzregion mit
Eiche 800-1300 Mtr. sowie
mit Buche, Birke, Esche
der höh. Region.

1290 Ulm campestr., 1215 Pop. tremula.,
920 Querc. ped., 911 Pir. Malus. 877 Carp. bet.,
874 Alnus glut., 842 Pir. com.

u. zw. das Gebiet Schottland, Scandinavien u. Finnland v. 57.—75.° n. Br.
Charakterbäume: Picea excelsa, Pinus silvestris, Betula glutinosa, Betula odorata.
Moore von demselben Vegetationstypus, wie oben.

Der Montanen Region Abteilung 2 entspricht im Norden: die Nordeuropäische Nadelholz- u. Laubholzregion oder Eichenregion u. zwar Nordirland, Nord-
england, Südsandinavien u. mitl. Russland etw. zw. d. 50. u. 60.° nördlicher Breite.
Charakterbäume: ausser Pin. silvestr. und Picea excelsa, Quercus pedunculata dominierend; daneben
Carpinus Betulus, Alnus incana, Betula alba, Fraxinus excelsior, Acer tartaricus.

Der Montanen Region Unterabteilung 3 ent-
spricht die Laubholzregion od. Buchenregion: Südirland,
Südengland, Nordfrankreich bis zur Loire, Jütland,
Dänemark, Norddeutschland bis zum Main und Schlesien,
ungefähr zw. 48 u. 55° nördlicher Breite.

Charakterbaum ist die Fagus silvatica, neben ihr
sind andere Laubbölzer, sowie Pinus silv., Picea
excelsa, Taxus baccata im Gebiet verbreitet.
Moore von Erica, Calluna, Empetrum und niedrigen
Birken.

Es tritt also hier bei den zwei Cha-
rakter bestimmenden Bäumen Eiche und
Buche der Fall ein, dass sie sich in d. Ebene
gerade umgekehrt verhalten wie im Geb.
Die Buche steigt m. d. Nadelholz z. bed.
Höhe, die Eiche bleibt zurück, während
die Eiche zu bedeut. höher. nördl. Breite
vordringt, als die Buche.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Abhandlungen und Berichte des Vereins für Naturkunde Kassel](#)

Jahr/Year: 1899

Band/Volume: [44](#)

Autor(en)/Author(s): Döhle (Doehle) Fr.

Artikel/Article: [Pflanzenwanderungen im Tertiär und Quartär und ihre Ursachen 33-51](#)