

# Die südpolare Baumgrenze.

Von *IL BROCKMANN-JEROSCH* (Zürich).

Mit 2 Textbildern.

Manuskript eingegangen am 23. Oktober 1928.

Unter den vielen Problemen der Pflanzengeographie ist es vor allem das der Baumgrenzen, das immer wieder von neuem und unter den verschiedensten Gesichtspunkten in den Bereich der Betrachtungen gezogen worden ist. Bedingen sie doch die Areale wichtiger Lebensformen und zahlreicher Arten der Pflanzenwelt und zugleich auch vieler Tiere. Die Baumgrenzen gehören zu jenen botanischen Erscheinungen, deren restlose Erklärung eigentlich ein Prüfstein unserer Wissenschaft ist. Denn der Umstand, dass wir das Auftreten oder das Fehlen der Lebensform der Bäume noch immer nicht völlig befriedigend zu erklären vermögen, zeigt klar, wie weit wir davon entfernt sind, mit unseren heutigen physiologischen und ökologischen Kenntnissen eine scheinbar einfache botanische Tatsache zu verstehen. Es ist deshalb verständlich, dass wir immer wieder zu der Erscheinung der Baumgrenze zurückkehren, das Problem immer wieder von neuem anpacken und versuchen, tiefer in dasselbe einzudringen. So sollen auch die nachfolgenden Zeilen dazu dienen, erneut gewisse hergehörige Fragen aufzuwerfen und einige Gedanken zu ihrer Klärung beizubringen.

Wir können drei Arten der Baumgrenze unterscheiden. Am nächsten liegt uns diejenige in den Gebirgen, die wir *alpine Baumgrenze* nennen, gleichgültig um welches Gebirge es sich handelt. Die zweite Art grenzt den Baumwuchs gegen die Pole hin ab; wir bezeichnen sie als die *polare Baumgrenze* und trennen sie in die arktische und die antarktische oder in die nord- und südpolare. Die polaren und alpinen Baumgrenzen sind einander ähnliche Erscheinungen. Da wo die alpine Baumgrenze gewissermassen das Meeresniveau schneidet, wird sie zur polaren.

In einen gewissen Gegensatz dazu stellt sich die Trennungslinie gegen jene baumlosen Gebiete, die besonders in den Subtropen und vor allem im Innern der Kontinente vorkommen, da wo die für einen Baumwuchs notwendige Niederschlagsmenge fehlt. Die Steppen und Wüsten sind baumlos, sie liegen jenseits **der kontinentalen Baumgrenze**.

Die alpinen und polaren Baumgrenzen einerseits und die kontinentalen andererseits unterscheiden sich durch ihre *W e r t i g k e i t*. Ausserhalb der alpinen und polaren Baumgrenze ist der Baumwuchs absolut ausgeschlossen, da es offenbar eine ganze Gruppe von Faktoren ist, die das Aufkommen von Bäumen verhindert. Dem Menschen gelingt es nicht, hier Baumwuchs zu erzwingen, denn die fehlende Sonnenwärme vor allem kann er nicht schaffen. Es zeigt sich zugleich, dass da, wo die Bäume nicht gedeihen, auch Kulturpflanzen keinen solchen Ertrag abwerfen, dass ihr Anbau sich lohnen würde.

Damit ist schon gesagt, dass die Baumgrenzen nicht nur botanisch, sondern auch anthropogeographisch äusserst wichtige Erscheinungen sind; bedingen sie doch zugleich die Grenzen des Wohnraumes des Menschen. Nur zeitweise oder nomadisierend kann sich der Mensch ausserhalb des baumhaften Gebietes aufhalten, weil die Erträgnisse jener Landstriche zu gering sind, den sesshaften Menschen zu ernähren.

Anders bei der kontinentalen Baumgrenze, die ausschliesslich von der Versorgung mit süssem Wasser abhängt! Quellen, Flüsse und Grundwasser können mitten in Steppen und Wüsten einen Baumwuchs hervorzaubern und damit dauernde Siedelung ermöglichen. Hat der Mensch es verstanden, sich selbst solche Bedingungen zu schaffen oder die von Natur aus vorhandenen zu vergrössern und verbessern, so kann er in einem Gebiet, das nur Nomaden das Dasein erlaubte, zu sesshafter Niederlassung und höchster Kultur gelangen. So liegen diese Flecken mit natürlichem und künstlichem Baumwuchs wie Inseln innerhalb der von den kontinentalen Baumgrenzen umgebenen Steppen und Wüsten.

Häufig treffen wir noch auf eine weitere Bezeichnung, nämlich die der **maritimen Baumgrenze**. Es ist bekannt, dass heftige und andauernde Winde den Pflanzenwuchs in man-

nigfacher Weise beeinträchtigen können durch mechanische Schädigungen aller Art, wie z. B. Zerreißen, Knicken, Verbiegen, sodann durch physiologische Wirkungen, besonders durch Austrocknen. Da, wo der Wind heftig und andauernd weht, setzt er vor allem dem Baumwuchs stark zu, während die niedere Vegetation bedeutend weniger leidet. Das Meer lässt den Winden die freieste Bahn, und daher bekommen gerade die Meeresküsten ihre stärkste Wirkung zu spüren. Es ist aber durchaus falsch, zu glauben, dass die Winde ohne weiteres baumfeindlich seien. So ungeheuer grosse Gebiete mit Ganzjahrwinden, sowohl Passaten wie auch Monsunen, sind dicht bewaldet. Sehr häufig sehen wir die Bäume den austrocknenden Winden widerstehen und auch mechanische Wirkungen mehr oder weniger überwinden. Es gibt genug üppige Mangrovewälder, tropische Regenwälder und sommergrüne Gehölze direkt am Meere und bei recht regelmässigen, selbst heftigen Winden. Ganz anders aber ist die Wirkung des vom Meere wehenden Windes, wenn dieses zur Vegetationszeit kühl ist. Die Auskühlung durch heftige und kalte Meereswinde führt zu starken Schädigungen und kann baumfreie Küsten schaffen. So kann am atlantischen Ozean die Wirkung in nördlichen Breiten 2-3 km weit ins Land greifen, weiter südlich, in Portugal z. B., ist noch ein bis etwa 300 m breiter Streifen betroffen. Es handelt sich also, neben den Schädigungen durch den Wind überhaupt, um besondere Klimaeinflüsse, die durch anlandige Winde vom Ozean auf einen Küstenstreifen übertragen werden. Nur wenn das Meeresklima in der Vegetationszeit ungünstig ist, kommt es zu baumfreien Gebieten von einiger Ausdehnung. Ist dies nicht der Fall, so kommen bereits hinter dem ersten Windschutze wieder Bäume auf. Unter allen Umständen von einer maritimen Baumgrenze zu sprechen, ist naheliegend, aber eigentlich ungenau; denn es handelt sich doch vor allem um Einflüsse des Meeres auf das Klima, das seinerseits, als kühl-feuchte Luftströmung auf das Land getragen, dort der Wirkung der Sonnenstrahlung durch Auskühlung entgegenarbeitet und den Baumwuchs hintanhält.

Während die alpinen und nordpolaren Baumgrenzen vielfach der Gegenstand von Untersuchungen gewesen sind, ist die s i d p o l a r e weniger beachtet worden. Dort finden sich keine

grossen Landmassen vor, zudem liegen die wenigen Inseln zerstreut, sind den verschiedensten Nationen zugeteilt und grossenteils gar nicht ständig bewohnt. Unsere pflanzengeographischen Kenntnisse der Südhalbkugel sind begrifflicherweise überhaupt geringer geblieben, die Literatur ist zerstreut und oft gestellte Fragen lassen sich zu wenig genau beantworten. Trotzdem lässt sich aus der Zusammenstellung der einschlägigen Literatur immerhin ein charakteristisches Bild der südpolaren Baumgrenze gewinnen, wobei zugleich Fragen von allgemeiner Bedeutung auftauchen.<sup>1</sup>

Das Gebiet, das auf der Nordhalbkugel im Mittelalter Hauptwohnraum geworden ist, begrenzte polwärts ein mächtiger, schwach besiedelter *N a d e l w a l d g ü r t e l*. Er beginnt im Innern der Kontinente schon bei etwa 50° und reicht dort bis zur nordpolaren Baumgrenze. In Eurasien und Nordamerika ist er eindeutig ausgeprägt. Das Ausklingen des Baumwuchses mit Zwergen und Krüppeln von Nadelhölzern ist daher für uns das gewohnte Bild, das uns nun für eine polare Baumgrenze gewissermassen als Norm erscheint. Auf der Südhalbkugel fehlen nun aber diese Nadelwälder fast vollständig. Nur der südamerikanische Kontinent hat eine Andeutung davon in Patagonien, wo Wälder von *Libocedrus chilensis* Endl. vorkommen. Zudem erreichen sie auffallenderweise nirgends die südpolare Baumgrenze. Schon dieser Vergleich zeigt, dass die Verhältnisse auf der Südhalbkugel ganz wesentlich verschieden sein müssen von denen der Nordhemisphäre.

Die ganze Subantarktis zeigt klimatisch ein recht einförmiges Bild. Sowohl der in sie hineinragende Teil Südamerikas als auch ihre Inselwelt steht unter der einseitigen Herrschaft des Westwindes. Er hat hier freie Bahn, sind doch die Landflächen zu klein und zu zerstreut, um einen grösseren und dauernden. Einfluss auszuüben, der gegen

---

<sup>1</sup> Die wichtigste zusammenfassende Arbeit ist diejenige von: H. SCHENCK, Vergleichende Darstellung der Pflanzengeographie der subantarktischen Inseln, insbesondere über Flora und Vegetation der Kerguelen. Mit Einfügung hinterlassener Schriften SCHIMPERs. Wissenseh. Ergebnisse der deutschen Tiefsee-Expedition auf dem Dampfer «Valdivia» 1898/99. Herausgegeben von Chun, Jena. 1906.

die gleichmässig warmen mit grosser Heftigkeit und Ausdauer wehenden Ganzjahrwinde aufzukommen vermöchte. Das Meereswasser, das dieser West mit sich treibt, findet nur wenig Hindernisse. Hier fehlen Kontinente, die sich gegen die Antarktis verschieben und dazu gegenseitig fast berühren, wie Asien und Amerika im nordpazifischen Ozean. Es mangelt auch der mehr oder minder geschlossene Wall grosser Inseln, wie die, in welche sich Nordamerika gegen das nördliche Eismeer hin auflöst. Fast frei und ungehindert folgt vielmehr die Westtrift dem Wind um den Südpolkontinent herum, und nur in verhältnismässig unbedeutendem Maßstab ist sie gezwungen, Kompensationswasser aus niedern subtropischen Breiten oder gar aus einem warmen Mittelmeere nachzuziehen. Wind und Wasser gehen hier harmonisch zusammen: der Wind ist die Triebkraft, das Wasser folgt ihm willig und verleiht ihm Feuchtigkeit und fast konstante Temperatur.

Das Klima wird damit zu einem recht einheitlich ozeanischen. Die Luftfeuchtigkeit ist andauernd hoch, die Zahl der jährlichen Regentage geht überall gegen 300 hinauf. Die grossen Schneemengen werden dokumentiert durch die Gletscher, die bis zum Meeresspiegel hinabreichen können. Doch sind allgemein in diesem Gürtel die Mitteltemperaturen hoch, Frostperioden verhältnismässig selten und nicht andauernd. Zum Verständnis der Vegetationsverhältnisse muss man auch hier zweifellos viel mehr an die strahlende Wärme denken als an diese im Schatten gemessenen Temperaturen und die daraus errechneten, aber nicht existierenden Mittel. Dass sie in einem Meeresklima hoch sind, lässt sich voraussetzen, aber schliesslich kommt es auf die Temperatur an, die im Innern der Pflanzenteile herrscht und die bei ungehinderter Einstrahlung unverhältnismässig höher ist als die Schattentemperatur der Luft. In den wolken- und nebelreichen subarktischen Gebieten stehen der Einstrahlung durch die starke und dauernde Trübung der Atmosphäre ganz wesentliche Hindernisse im Wege. Die Auskühlung durch den feuchten, heftigen und konstanten Wind wirkt ungemein störend auf das Pflanzenleben und alle Berichte lauten darin gleich, dass sie betonen, wie die dem Winde ausgesetzten Pflanzenteile immer wieder absterben. Die charakteristischen Züge

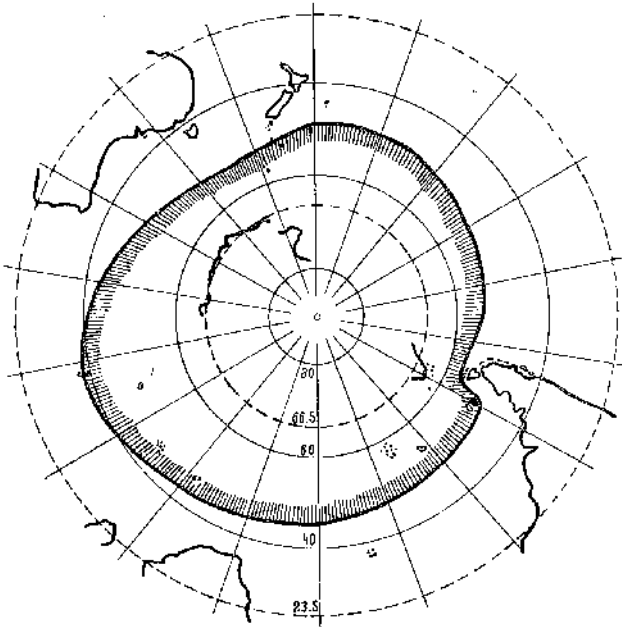
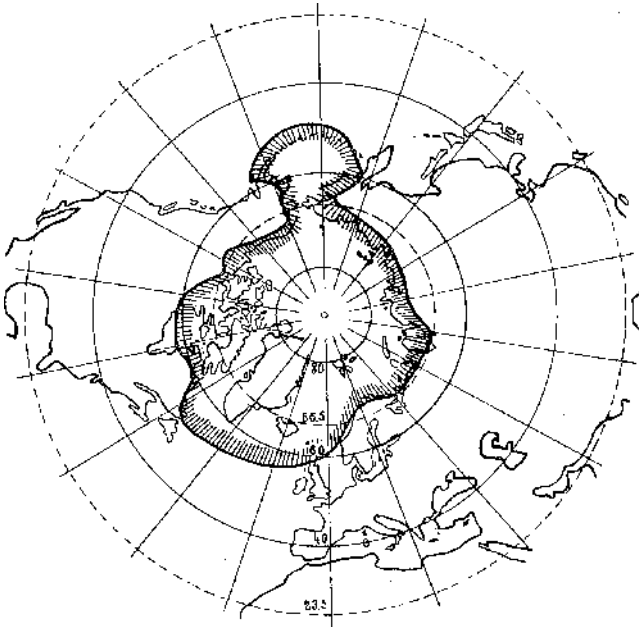
des Klimas liegen demnach in der Gleichmässigkeit der Temperaturen, der hohen Luftfeuchtigkeit, der geringen Einstrahlung und starken Auskühlung durch die heftigen und andauernden Winde.

Inmitten dieser so einförmigen Verhältnisse kommt dem südlichen Südamerika als der grössten sich gegen das baumlose Polargebiet vorschiebenden Landmasse eine eigene Stellung zu. Aus dieser Gegend haben wir bereits durch DARWIN <sup>1</sup> anschauliche Schilderungen, die durch die mehrjährigen und eingehenden Beobachtungen von C. SKOTTSBERG <sup>2</sup> vervollständigt und vertieft worden sind. Südpatagonien und Feuerland weisen danach noch den Rest eines eigenen Klimas auf. Die Feuchtigkeit wird auf einem schmalen Küstenstrich längs der steil aufsteigenden Bergketten abgesetzt. Im Innern der Gebirge verschwindet dieser ozeanische Charakter des Klimas mehr und mehr, er wird zu einem mittleren, und am Ostabfall treten bereits gewisse kontinentale Züge auf, die nach Norden hin rasch zunehmen. Die Verteilung der Klimate ist ebenso unsymmetrisch wie der Gebirgsbau.

Entsprechend diesen Verhältnissen lässt sich die Vegetation in drei Gruppen gliedern. Die mehr kontinentalen Gebiete sind baumlos, im mittleren Teile herrschen sommergrüne Laubwälder und längs der pazifischen Küste der immergrüne Laubwald. Er kommt weit aus dem Norden und schon in einer Breite von 38°-45° «wetteifert er mit den Wäldern der glühenden Tropen. Stattliche Bäume vieler Arten mit glatten und reichgefärbten Rinden sind mit parasitischen monocotyledonen Pflanzen bewachsen, grosse elegante Farne sind zahlreich, baumartig aufschliessende Gräser verbinden die Bäume bis zur Höhe von 30-40 Fuss über dem Boden zu einer verwickelten Masse» (DARWIN). Es gehört zu den wesentlichen Zügen, dass diese immergrünen Wälder in starker Verarmung an Ueppigkeit, Grösse und Artenzahl, aber eben doch als immergrüne Wälder die Südküste erreichen. Sie besiedeln — oft als undurchdring-

<sup>1</sup> CH. DARWIN, Reise eines Naturforschers um die Welt, übersetzt von CARUS. Stuttgart 1875.

<sup>2</sup> C. SKOTTSBERG, Botanische Ergebnisse der Schwedischen Expedition nach Patagonien und dem Feuerlande 1907-1909. Kungl. Svenska Vetenskapsakad. Handl. Bd. 56, Heft 5. 1916.



Vergleich der nordpolaren mit der südpolaren Baumgrenze.

licher Hochwald — hinter den Küstengebirgen und Felsen im Windschutz gelegene Gebiete und schieben sich bis dahin vor, wo der Westwind ihnen Halt gebietet. Immergrüne Gebüsche wachsen im Schirm der Felsen; die Zweige sterben aber ab, wenn sie aus der Zone des Windschutzes herausragen, so dass sie wie geschorene Hecken aussehen und hie und da so dicht werden können, dass ein Mann auf ihnen stehen kann.

Es kann kein Zweifel daran sein, dass diese immergrünen Gehölze die letzten Holzpflanzen in der Richtung des Poles sind: sie bilden hier die südpolare Baumgrenze.

Nur 500 km von der Küste entfernt und in gleicher Breite wie Patagonien liegen die *Falkland-Inseln*, die jeden Baumwuchses entbehren, trotzdem sie Berge von 600-700 m Höhe und damit auch Täler und Hänge besitzen, die im Windschatten liegen müssen. Während in Patagonien im westlichen Teile der Magellanstrasse und im West Skyring der geschlossene Regenwald den Windschutz sucht, die kleinen Häfen umsäumt, Täler und Ravinen ausfüllt und jeden kleinen Absatz auf den Felswänden, wo er nur etwas Lee findet, benutzt (SKOTTSBERG 1916, S. 46), fehlt hier auf den Falkland-Inseln, wo die gleichen windstillen Räume vorkommen, der Baumwuchs völlig. Diese Inseln liegen also ausserhalb des baumhaften Gebietes und zwischen ihnen und Feuerland hindurch muss die südpolare Baumgrenze gehen.

*Südgeorgien* liegt wohl weiter südlich als die Falkland-Inseln, aber wiederum noch nicht so weit polwärts wie das Kap Hoorn. Auch diese Insel ist orographisch gegliedert, hat über 2000 m hohe Berge und auf der Westseite Gletschergebiete. Sie besitzt selbst Föhnwinde, deren Zauberkraft auf die Vegetation so leicht übertrieben hoch eingeschätzt wird. Dem Westwind abgewandte Gebiete in Tälern und auf Bergeshängen sind genügend vorhanden, trotzdem aber fehlt jeder Baumwuchs und damit muss auch Süd-Georgien zum antarktischen Gebiet gezählt werden.

Im südatlantischen Ozean sind die Landgebiete sehr spärlich vertreten, aber die Inseln *Tristan da Cunha* und *Diego Alvarez* zeigen die Verhältnisse doch recht anschaulich. Der über 2000 m hohe Krater der *Tristan da Cunha*-Inseln



bleibt fast beständig in Wolken gehüllt. Hier gibt es noch immergrüne Wälder von *Phyllica nitida* Lam., deren ledrige, zusammengerollte Blätter von nadelförmiger Gestalt und dachziegelartiger Anordnung mehrere Jahre lang aushalten. Diese Rhamnacee, die wenigstens äusserlich ericoiden Bau aufweist, kommt auch auf der benachbarten Insel Diego Alvarez vor und folgt der polaren Baumgrenze über den indischen Ozean.

Die Bouvet-, die Prinz Edward-, die Marion- und die C r o z e t-Ins e l n, alle südlich von Afrika gelegen, zeigen keinen Baumwuchs. Sie befinden sich bereits polwärts der antarktischen Baumgrenze.

Die K e r g u e l e n besitzen nur 28 Gefässpflanzen, sind also äusserst arm an Arten und nur eine einzige zeigt Holzbildung. Es ist dies ein dem Boden nach wachsendes Sträuchlein, eine Rosacee, *Acaena adscendens* Vahl.

S t. Paul und Neu-Amsterdam, mitten im indischen Ozean gelegen, haben wesentlich höhere Temperaturmittel als die Kerguelen. Dennoch ist die südliche der Inseln, St. Paul, trotz des hohen, Windschutz bietenden Vulkankegels völlig baumlos. Die von Europäern hergebrachten Gemüse, wie *Daucus* und *Petroselinum*, sind auf der ganzen Insel verwildert, bleiben aber in kümmerlicher Entwicklung. Die gepflanzten Bäume können sich nicht halten und ausgesäte Baumsamen sind nicht aufgegangen. Die etwas nördlichere Insel. Neu-Amsterdam ist dagegen nicht völlig baumlos, sondern zeigt wenigstens einen Baum, die schon erwähnte Rhamnacee *Phyllica nitida* Lam., die an windgeschützten Orten kleinere Haine bildet und sich trotz Ausbeutung und Niederbrennen durch den Menschen halten kann. Neu-Amsterdam gehört zum baumhaften Gebiet, liegt aber — das zeigt schon die Armut an Baumarten — ganz nahe der Baumgrenze.

Die Inselwelt Australiens geht harmonisch mit den bisherigen Ergebnissen. Schon der Umstand, dass in T a s m a n i e n trotz der Spanien entsprechenden geographischen Breite die alpine Baumgrenze nur bei 1000 m Höhe ü. M. liegt, gibt zu denken, verläuft sie doch um rund 900 m tiefer als auf der iberischen Halbinsel und um 300 m niedriger als in Chile in gleicher geographischer Südbreite.

Die .Südinsel von Neuseeland hat wiederum eine niedrig gelegene Baumgrenze im Westen bei etwa 1000 m (vergl. A. B. HEIM, Neuseeland. Zwei Vorträge. Neujahrsblatt der Naturf. Ges. in Zürich 1905, S. 41), und auch hier wird sie von immergrünen Buchen (*Nothofagus*) gebildet. Die Grenze des ewigen Schnees liegt bei rund 1500 m, so dass die Vertikalausdehnung der alpinen Stufe nur 500 m beträgt.

Die südlich von Neuseeland aus dem Meere auftauchenden S n a r e s -Inseln sind wohl sehr arm an Gefässpflanzen, besitzen aber Bäume aus der Familie der Compositen. *Olearia Lyallii* Hooker f. bildet Stämme von 9 m Höhe und 1 m Dicke. Auch die weiter südlich gelegenen Auckland-Inseln tragen noch Wälder und zwar aus *Metrosideros lucida* Menzies, *Dracophyllum longifolium* R. Br. und *Panax simplex* Forst. einerseits, aus *Olearia Lyallii* anderseits. Die den Westwinden direkt ausgesetzten Gebiete sind baumlos, die geschützteren regelmäßig bewaldet, doch steigen die Bäume nur noch bis in eine Meereshöhe von 100 m.

Auf den C a m p b e l l -I n s e l n kommen wohl noch Holzpflanzen, z. B. *Metrosideros lucida* vor, doch wachsen sie nicht mehr zu Bäumen auf und wir müssen diese Inseln zum baumlosen Gebiet rechnen (nach mündl. Mitt. von EINAR nu RiErrz). Die M a q u a r i e -Inseln besitzen noch zwei oder drei Holzpflanzen, aber nur niedere, dem Boden anliegende Sträuchlein.

Auf den östlich von Neuseeland gelegenen C h a t a m -I n s e l n finden wir noch immergrüne Wälder, auf den Antipoden-Inseln dagegen selbst in den windgeschützten Mulden nur niederliegende Sträucher; die letzte Inselgruppe ist also baumlos.

Aus diesen Darlegungen geht hervor, dass, wenn auch die Verhältnisse auf der südlichen Halbkugel nicht so klar liegen, wie auf der nördlichen, der Verlauf der Baumgrenze doch an verschiedenen Orten festgelegt werden kann. Südamerika ist bis zum äussersten Südostzipfel bewaldet, die Falkland-Inseln sind baumfrei: zwischen beiden verläuft die südpolare Baumgrenze. Später geht sie nordwärts von Südgeorgien durch, bleibt aber südlich von Diego Alvarez. Die Prinz Edward-Inseln liegen ausserhalb des baumhaften Gebietes. Recht klar lässt sich die

südpolare Baumgrenze zwischen Neu-Amsterdam und St. Paul ziehen, wo sie zwischen beiden Inseln hindurchgehen muss. Auch die Inseln südlich von Neuseeland sind zahlreich genug und zugleich in der Gegend der Baumgrenze gelegen, die sich somit auch hier festlegen lässt.

Die Richtigkeit dieser Darlegungen wird dadurch bestätigt, dass die Abnahme der Baumarten und der Baumvegetation, die Zunahme der Kälteformen — z. B. Polster, Tussok, niederliegende Sträucher — bestehend aus Arten der verschiedensten Gattungen und Familien durchaus im Einklange mit der Baumlosigkeit einhergeht. Es handelt sich also nicht etwa, wie man gerne glauben möchte, um Zufälligkeiten; sondern in ganz **harmonischer Weise sind die Vegetationsformen auf den Inseln verteilt.** Wohl ist das ganze Gebiet arm an Arten, aber die Verteilung der Vegetationsformen ist eindeutig; darauf möchte ich ganz besonders hinweisen.

Der polnächste Punkt der südpolaren Baumgrenze wird im Kap Hoorn bei nur  $56^\circ$  südlicher Breite erreicht, der dem Aequator am meisten sich nähernde liegt im südindischen Ozean zwischen  $37^\circ 50'$  und  $38^\circ 43'$ . Gross ist der Abstand dieser Breiten von den ihnen auf der Nordhalbkugel entsprechenden Vergleichswerten. Dem polnächsten Punkt der Südhalbkugel entspricht die Grenze der Arktis in Sibirien bei  $72^\circ 40'$ , der dem Aequator am nächsten liegende Punkt wird hier bei Belle Isle (Neufundland) mit  $51^\circ 53'$  erreicht. Die Verhältnisse auf den beiden Halbkugeln sind also ganz wesentlich verschieden. Die südpolare Baumgrenze auf die Nordhalbkugel übersetzt, würde in Europa etwa zwischen den Breiten von Alicante und Edinburg schwanken.

Auf der beigegebenen Figur (Seite 711) sind die beiden Baumgrenzen, die nordpolare und die südpolare, auf zwei Polkarten (in LAMBERTscher flächentreuer Projektion) eingezeichnet. Hier zeigt sich deutlich der grosse Unterschied der Grösse der baumlosen Gebiete auf der Nord- und Südhalbkugel. Baumhaftes Gebiet und Wohnraum des Menschen fallen, wie wir schon hervorgehoben haben, in grossen Zügen zusammen. Leicht lässt sich ermessen, was dieser nicht besiedelbare Raum auf der Südhalbkugel bedeutet.

Ein weiterer Unterschied zwischen Nord und Süd besteht in der *Lebensform*, in welcher der Baumwuchs an seine äusserste Grenze tritt. In der Subarktis geschieht das ganz überwiegend als teils immergrüner, teils laubabwerfender Nadelwald, wenn man von kleineren Gebieten mit sommergrünen Laubbäumen, im wesentlichen Birken, absieht. Auf der Südhalbkugel hingegen handelt es sich durchweg um immergrüne *Laubhölzer*. Ihre Artenauswahl ist auf den Inseln äusserst gering; wir haben die wenigen Arten im Vorhergehenden genannt. Reicher sind die subantarktischen Wälder in Südamerika. Die laubwechselnden Arten allerdings bleiben im Uebergangsklima, in einem die Mitte des Kontinentes einnehmenden Streifen zurück, ohne gegen die Baumgrenze vorzustossen. Diese selbst sehen wir von immergrünen Laubbäumen gebildet und zwar solchen, die dem *Hartlaubtypus* angehören, einer Form, die in den verschiedensten Klimagürteln und über weite Strecken verbreitet ist.

In den Subtropen, ganz besonders im Etesienklima, treffen wir Hartlaubwälder und -gebüsche im europäisch-afrikanischen Mittelmeergebiet in mannigfaltiger Ausbildung an, analog in andern Gegenden mit entsprechenden klimatischen Bedingungen, wie in Kalifornien auf den Fusshügeln der Sierra Nevada oder in der Umgebung von San Francisco. Auf der südlichen Halbkugel sind reiche Hartlaubvegetationen aus Australien und aus dem Kapland bekannt, Nähern wir uns den Tropen, so sehen wir ganz ähnliche Typen, teilweise den gleichen Familien angehörend, in der subalpinen Region der Gebirge auftreten. Es sei hier an den Hartlaubwald erinnert, den wir z. B. von der Südseite der Gebirge Jamaikas von ca. 1000 m an aufwärts beschrieben haben (Jamaika. Vegetationsbilder, herausg. von SCIENCK und KARSTEN, 16. Reihe, Heft 5/6, 1925). Und schliesslich sehen wir dementsprechend südlich des Aequators auf beiden Flanken der Anden auf weiten Gebieten die Baumvegetation nach oben mit Sklerophyllen abschliessen, die bis zu bedeutenden Meereshöhen ansteigen, in Peru bis über 3500 m nach WEBERBAUER (Die Pflanzenwelt der peruanischen Anden. ENGLER und DRUDE, Die Vegetation der Erde XII, Leipzig 1911).

Wir haben in den Hartlaubwäldern offenbar eine Lebens-

form vor uns, die ausgeglichene Temperaturen, mittlere Niederschläge und Luftfeuchtigkeit verlangt, aber doch bedeutende Schwankungen zu ertragen vermag, wie sie Stürme und wechselnde Insulationsverhältnisse besonders in bezug auf die Feuchtigkeit mit sich bringen. Ein kontinentales Klima jedoch mit seinen kalten Wintern und langen Frostperioden wird gemieden. Es ist nun sehr bezeichnend, wie diese in den Tropen subalpine Lebensform gegen die Pole hin immer tiefer hinabsteigt und schliesslich die polare Baumgrenze gegen die Antarktis bildet. Der alte, aus den Verhältnissen der Nordhalbkugel gewonnene pflanzengeographische Satz, wonach die Höhenstufen der Gebirge eine Wiederholung der Verhältnisse in der Richtung der Pole sind, bewahrheitet sich also auch für die Südhemisphäre. Dabei ist als Eigentümlichkeit der südpolaren Baumgrenze zu bezeichnen, dass sich in diese Hartlaubwälder baumartige Farne mischen (z. B. *Lomaria boryana* Willd. auf der Insel Tristan da Cunha) und dass selbst Palmen sich ihr bis auf wenige Breitengrade nähern.

Es wäre von grossem Interesse, die Periodizität dieser Vegetation zu untersuchen. Die meist kurzen Besuche wissenschaftlicher Expeditionen eignen sich dafür allerdings nicht. Wohl aber geben die Schilderungen von SKOTTSBERG darüber allerlei Auskunft, auch wenn sie nicht an der Baumgrenze direkt gemacht wurden. Die Winterruhe ist in diesen Gegenden im allgemeinen wenig ausgesprochen, ja einzelne Arten bilden den Winter hindurch. Holztriebe, die sich dann im gleichen Jahre noch verzweigen können. Man kann mitten im Winter Arten finden, die Zweige in ganz verschiedenen Stadien besitzen. Damit ist noch nicht gesagt, dass sie nun auch während des Winters weiter wachsen. Auch in latentem Zustande können sie ja die schlechte Jahreszeit überdauern.

Man könnte voraussetzen, dass wenigstens die Bäume, da sie den ungünstigsten Witterungsverhältnissen am meisten ausgesetzt sind, eine ausgesprochene Periodizität zeigen. Aber selbst wichtige Arten, wie die Magnoliacee *Drimys Winteri* Forst. und baumförmige Myrtaceen, haben nach den Beobachtungen von SKOTTSBERG schon im Herbst (Juni und Juli) Knospen und Sprosse. Man kann das dahin deuten, dass in diesen gleichmäs-

sig temperierten Ländern die Pflanzen durch eine längere Vegetationszeit einen gewissen Ersatz für die mangelnde Sommerwärme suchen. Gefährliche Frostperioden fehlen oder sind doch selten.

In den nordpolaren Baumgrenzgebieten ist die Periodizität der Bäume gut ausgeprägt und auch für die Holzpflanzen, die die Bodenwärme durch ihren niederliegenden Wuchs ausnutzen müssen, gilt diese Regel. Nur im Schneeschutz können dort Arten ohne klar ausgesprochene Periodizität auskommen. An der Küste der winterwarmen Ozeane ändert sich das Verhältnis. Hier gibt es Gräser und Kräuter, die ihr Wachstum nie einstellen, sondern wenn es nur die Temperatur erlaubt, weiter wachsen. Die Ruhe ist ihnen durch äussere Faktoren aufgedrungen, die Periodizität ist eine induzierte. An diesen ozeanischen Küsten weiden die Tiere Sommer und Winter und von hier her hat der Europäer unbewusst häufig die Arten seiner immergrünen Wiesen bezogen. Wenn also bei der südpolaren Baumgrenze die Periodizität selbst bei Holzpflanzen schwach entwickelt ist, so ist das nicht etwas ganz Fremdartiges, sondern eine Weiterführung der an den maritimen Teilen der arktischen Baumgrenze zu beobachtenden Verhältnisse unter den extrem ozeanischen Bedingungen der Südhalbkugel, wo sich dem Westwind und dem von ihm mitgetriebenen Meereswasser fast keine Hindernisse entgegenstellen.

Wir haben versucht zu zeigen, dass es gelingt, die südpolare Baumgrenze festzulegen trotz der wenigen Anhaltspunkte, die sich auf der südlichen Halbkugel bieten. Dabei treten eine Anzahl eigentümlicher Züge hervor, die zunächst den an den nordischen Verhältnissen gewonnenen Erkenntnissen zu widersprechen scheinen, bis sie sich aber bei tieferem Eindringen jenen harmonisch anschliessen. Damit trägt die Untersuchung der antarktischen Baumgrenze aber auch das ihre dazu bei, dem Verständnis des Problems der Baumgrenzen im allgemeinen näherzukommen.

---