

Versuch einer pflanzengeographischen Gliederung der arktischen Wald- und Baumgrenze.

Von

M. RIKH.

Im Jahrgang XLVI (1901) dieser Zeitschrift habe ich, an Hand eines Formationsprofils, einen Überblick über die pflanzlichen Formationen der Arktis gegeben. Die jener Abhandlung beigefügte Tafel gibt ein schematisches Bild der Übergangstundra, d. h. der mehr oder weniger breiten Zone zwischen der polaren Wald- und Baumgrenze; im Norden geht das Schema jedoch noch über dieses Gebiet in die südlichen Teile der Arktotundra hinaus. Wo der Mensch noch nicht in den polaren Wald hineingerodet und so die ursprünglichen Verhältnisse oft bis zur Unkenntlichkeit verändert hat, erfolgt gegen Norden fast immer ein allmähliches Ausklingen des Pionierwaldes. Die polare Wald- und Baumgrenze ist daher nicht, wie aus den meisten kartographischen Darstellungen hervorzugehen scheint, eine einfache Linie, welche auf weite Strecken, in einigem Küstenabstand — annähernd parallel zu dem 66. bis 70. Breitengrad — verläuft. Es ist nicht nur eine vielfach ausgebuchtete, stellenweise weit nach Süden, dann wieder nach Norden vorgeschobene Linie; Waldstreifen, sowie grössere und kleinere Waldinseln sind zudem oft meilenweit vom allgemeinen Waldgebiet losgelöst, noch mitten in der nordischen Tundra anzutreffen; umgekehrt finden sich aber auch ausgedehnte Tundrenkomplexe bis weit südlich ins Waldgebiet. In Wirklichkeit ergibt sich somit ein überaus mannigfaltiges Bild, sodass von einer scharfen Grenzlinie keine Rede sein kann ¹⁾.

Aber auch in einer anderen Hinsicht erfolgt im Gebiet der arktischen Wald- und Baumgrenze ein recht lebhafter Wechsel. Da ein sehr grosser Bestandteil der arktischen Pflanzenwelt eine

¹⁾ Roder, K. Die polare Waldgrenze. Diss. Univ. Leipzig 1895. Hann, J. Handbuch d. Klimatologie ed. II. (1897) Bd. III, p. 208.

cirkumpolare Verbreitung besitzt, ist man gerne bereit, diesen Begriff auch auf die bestandbildenden Baumtypen des polaren Waldes zu übertragen und sich denselben als äusserst monoton und bei gleicher Zusammensetzung und Gesamtcharakter, über die ausgedehnten Ländereien Eurasiens und des subarktischen Nord-Amerikas erstreckend vorzustellen. Das trifft nun aber keineswegs zu. Zunächst ist nicht ausser acht zu lassen, dass wir uns in einem Grenzgebiet und damit in einem Kampfgebiet des Baumwuchses befinden. Die für die Baumvegetation abnormen, klimatischen Verhältnisse, die lange Winterruhe, der kurze, aber meist ziemlich warme Sommer, die fast ununterbrochene Belichtung während der Vegetationsperiode, aber auch der in geringer Tiefe stets gefrorene Boden und besonders die überaus heftigen Burane, welche mit unwiderstehlicher Gewalt über die Tundren oder vom Eismeere her über das weite Land ziehen und deren mechanische und austrocknende Wirkung mit ihrer ganzen Kraftentfaltung sich an den äussersten Vorposten des Baumwuchses zuerst geltend machen, sind alles formative Faktoren, die, wenn sie auch dem eigentlichen Waldgebiet nicht ganz fehlen, in diesen Breiten jedoch entschieden bereits viel von ihrer ursprünglichen Kraft eingebüsst haben. So kommt es, dass gerade das polare Grenzgebiet der Baumvegetation an Mannigfaltigkeit der Wuchsformen, an Ausbildung spezifischer klimatischer, edaphischer und äolischer Grenzformen des Baumwuchses das eigentliche Waldgebiet bei weitem übertrifft. Spitzfichten¹⁾, Kegelfichten, Polsterfichte, Fichtenmatten²⁾, Spalierlärchen³⁾, subterrane Kriechlärchen⁴⁾ und -Fichten, aber auch Windformen⁵⁾, wie Heckenfichten und

¹⁾ Kihlman, O. Pflanzenbiologische Studien aus Russisch Lappland (1890), p. 148; ebenso Berg, Die Wälder in Finnland, Jahrb. d. kgl. sächs. Akad. für Forst- u. Landw. zu Tharand Bd. XIII (1859), p. 83. Wahlenberg, Flora Lapponica (1812) 257.

²⁾ Kihlman, O. l. c. p. 196/197; Schröter, C. Über die Vielgestaltigkeit der Fichte. Vierteljahrsschrift Naturf. Zürich Bd. XLIII (1898) Sep. p. 105.

³⁾ Middendorff, Th. Reise in den äussersten Norden und Osten Sibiriens Bd. IV. Teil 1, p. 599 und 600 mit Abbildung.

⁴⁾ Middendorff, A. Th. l. c. p. 604 und 605 mit Abbildung.

⁵⁾ Früh, J. Die Abbildung der vorherrschenden Winde durch die Pflanzenwelt, p. 111 ff. (1902). Jahresb. d. geog. ethnog. Gesellsch. Zürich.

die überhängende Windschirmfichte sind daher besonders im Gebiet der Übergangstundra anzutreffen, ja einzelne dieser Grenzformen sind überhaupt nur von dieser Zone bekannt.

Doch auch der Bestand des polaren Waldes ist wiederholtem Wechsel ausgesetzt. Einzelne Bäume und ihre Begleitpflanzen verschwinden, andere treten an ihre Stelle. Der Wechsel von ozeanischem und kontinentalem Klima, — im ersten Fall eine Bevorzugung der Laubhölzer, im letztern die Vorherrschaft der Koniferen veranlassend, — lokale Verhältnisse, aber auch florengeschichtliche Momente wirken bald zusammen, bald sich gegenseitig ergänzend oder aufhebend und bedingen damit auch im Bestand eine auffallende Mannigfaltigkeit des polaren Waldes. Es ist jedoch jetzt nicht unsere Aufgabe, den Ursachen dieses Wechsels im einzelnen nachzuspüren; es soll hier vielmehr der Versuch einer pflanzengeographischen Gliederung der arktischen Wald- und Baumgrenze gemacht werden. Auf Grund literarischer Studien komme ich zur Aufstellung folgender sechs pflanzengeographischer Provinzen des subarktischen Waldgürtels.

I. Die boreal-europäische Provinz.

Sie erstreckt sich vom atlantischen Ozean bis zum Meridiangebirge des Ural. Die vier wichtigsten Bäume der Wald- und Baumgrenze sind: Die gemeine Kiefer (*Pinus silvestris*), die Haarbirke (*Betula odorata*), die Fichte (*Picea excelsa*) und die Lärche (*Larix sibirica*).

Die Provinz zerfällt in zwei ziemlich verschiedene Bezirke:

1. Der finnische Bezirk¹⁾. Vom atlantischen Ozean bis zum weissen Meer; südöstlich bis gegen den Onegasee, zur untern Dwina und zur Mündung des Mesen reichend; auch die Kaninsche Halbinsel muss noch diesem Bezirk zugerechnet werden. Bezeichnend ist das Fehlen von Lärche und Grünerle. Nur in diesem Bezirk dringt die Kiefer vielfach, besonders im westlichen Teil, (bis zum Kolafjord) bis zur Waldgrenze vor. Ihr nördlichster Punkt wird am Porsangerfjord bei 70° 18' n. Br.²⁾ erreicht.

¹⁾ Kihlman, O. l. c. — Schübeler, Die Pflanzenwelt Norwegens. Christiania 1873—75. Leopold v. Buch, Reise durch Norwegen Bd. II (1810).

²⁾ Roder, K., l. c. p. 6.

Auf der Halbinsel Kola ist es dann die Haarbirke, welche eine eigene, allerdings verhältnismässig ziemlich schmale Zone, nördlich von den polaren Nadelhölzern bildet. Im ganzen Bezirk behauptet die Birke übrigens an der Baumgrenze die ausschliessliche Hegemonie. Die Fichte, vorherrschend *Picea excelsa* v. *fennica* Regel, vereinzelt auch die v. *obovata* Ledebour, erscheint dagegen erst gegen das Weisse Meer, an der Waldgrenze. Der europäische Polarpunkt des Baumwuchses liegt im nordwestlichen Teil dieses Bezirkes bei 70° 40'. An der vom warmen Golfstrom bespülten Küste Skandinaviens erreicht, in unmittelbarer Meeresnähe, der Baumwuchs die hohe Breite von 70° 38' ¹⁾. Im ganzen ausgedehnten Gebiet der Arktis wird an den Küsten der Polar-meere diese hohe Breitenlage vom Walde nie mehr erreicht.

Als besonders bezeichnende Leitpflanze des finnischen Bezirkes ist *Cornus suecica* zu erwähnen. Hydrographisch ist dieses Gebiet nur durch kleinere, meist unbedeutende Flüsschen und durch die grosse Verbreitung stagnierender Gewässer (finnische Seenplatte) ausgezeichnet. Geologisch bildet der finnische Bezirk einen Teil des baltischen Schildes und besteht vorwiegend aus kristallinischem Urgebirge, nur mehr vereinzelt sind kambrische und silurische Sedimente in einzelnen Schollen erhalten geblieben. Landschaftlich ist das Gebiet als ein ausgedehntes Wald- und Sumpfland zu bezeichnen. Als wichtigste Begleitformationen treten auf: Saliceten, besonders an den Seen und den langsam fliessenden Gewässern, wie z. B. am Enaresee; auf trockenem Boden Zwergstrauchheiden und in feuchten, sumpfigen Depressionen oder auf periodischen Überschwemmungsgebieten ausgedehnte Flachmoore (Cariceten); Hochmoore sind dagegen verhältnismässig von untergeordneter Bedeutung.

Eine besonders bezeichnende Formation dieses Bezirkes sind die sog. Tundramoore ²⁾, deren Verbreitung auf die subarktische Region, d. h. auf das Übergangsbereich von der borealen Waldregion zur eigentlichen Arktis beschränkt ist. Nach Tanfiliew ³⁾

¹⁾ Ein Buschwald v. *Betula odorata* bei Hammerfest.

²⁾ Siehe Pohle, R., Pflanzengeographische Studien über die Halbinsel Kanin und das angrenzende Waldgebiet. Acta horti Petropolitani Tomus XXI (1903) fasc. 1, p. 97 ff. und Kihlman, O., l. c. p. 9, 10 unten p. 16.

³⁾ Tanfiliew. In den Tundren der Timanischen Samojuden p. 22.

treten dieselben bereits im Petschoragebiet nur noch sporadisch auf. Die Formation gliedert sich in zwei Facies: Die Mógi oder sog. Torfrücken und die Wasserlachen. Diese beiden Facies durchdringen sich gegenseitig. Kihlman¹⁾ schildert die durch sie bedingte Oberflächengestaltung in anschaulichster Weise, wenn er sagt: „Das Ganze bildet eine Hügellandschaft en miniature, in deren gewundenen Täler ein Fussgänger sich bewegt ohne von den Seiten her gesehen werden zu können“. Auch Pohle bezeichnet als für diese Tundramoore besonders charakteristisch das Durchdringen einer xerophilen und einer hygrophilen Facies. Im Wechsel der Torfrücken, die arm an Sphagnumarten, dagegen reich an xerophilen Moosen (*Polytrichum*, *Dicranum*) Flechten und derbblättrigen Kleinsträuchern sind, mit den Wasserlachen, deren Vegetation hauptsächlich in Sphagneten besteht, kommt der pflanzengeographische Charakter der Tundramoore zum Ausdruck. Die Torfrücken vertreten das arktische Element, während die Wasserlachen als Reste der sphagnumgefüllten Hochmoore der nordischen Waldregion zu betrachten sind.

2. Der uralische Bezirk²⁾. Von Archangelsk-Mesen bis zum Ural sich erstreckend. Auffallend ist zunächst ein Zurückgehen der Waldgrenze bis zum 67° n. Br., ja selbst bis zum 66°, die Baumgrenze wird hier bereits schon bei 67° 15' erreicht. Der wichtigste Baum ist unzweifelhaft die Fichte und zwar überwiegt nach Osten mehr und mehr *P. excelsa* v. *obovata* Ledebour, nur im Ural scheint die finnische Fichte (v. *fennica* Regel) wieder vorherrschend zu werden. Die Fichte ist durch ganz Archangelsk die wichtigste, bestandbildende Baumart, auch setzt sie die meisten Waldinseln zusammen; sie bildet auch nahezu ausschliesslich die Baumgrenze, denn ausser zwei Waldinseln aus Kiefern und einer einzigen von Lärchen gebildet, ist die Rottanne auch in der Übergangstundra weitaus vorherrschend. Neu und bald zu einem wesentlichen Bestandteil werdend, begegnet uns die Lärche, *Larix sibirica* Ledeb. und zwar in der *var. rossica* Sabine,

¹⁾ Kihlman, O. l. c. p. 10–16.

²⁾ Schrenk, Alex., Reise durch die Tundren der Samojuden 2 Bde. (1848); Pohle, R., l. c. — Köppen, Th., Geograph. Verbreitung der Holzgewächse des europ. Russland und des Kaukasus Teil II (1889). — Roder, K., l. c. pag. 15–24.

die russische oder cisuralische Lärche mit späterem Laubabfall und kleineren Zapfen. Der uralische Bezirk kann somit als Übergangsbereich zwischen Lappland-Kola (Fehlen der Lärche) und Westsibirien (Hegemonie der Lärche) betrachtet werden. Auch die Grünerle (*Alnus viridis*) geht bis zur Waldgrenze, sie erreicht in diesem Bezirk, in der Gegend von Mesen, ihre Westgrenze. Die Birke, die im finnischen Bezirk eine so grosse Rolle gespielt hat, tritt stark zurück und die Kiefer verschwindet östlich vom Timangebirge an der Baumgrenze und bald auch für immer an der Waldgrenze.

Orographisch und hydrographisch haben wir vor uns ein Gebiet ausgedehnter Tiefländer und vereinzelt auch welliger Hügellandschaften, welche von grossen Strömen, deren Quellgebiet im Süden liegt, durchflossen werden. Auch in dieser Hinsicht nimmt dieser Bezirk wiederum eine vermittelnde Stellung zwischen dem subarktischen Europa und Asien ein; er ist gewissermassen ein Miniaturbild Nordasiens. Neben ausgedehnten Alluvialebenen besteht das Land geologisch aus paläozöischen und alt-mesozöischen Sedimenten (Trias; U. Jura), die zum Teil von Erratica überlagert werden.

Von Begleitformationen des polaren Waldes beanspruchen zwei Vergesellschaftungen ein erhöhtes Interesse, sie sind zwar nicht für diesen Bezirk bezeichnend, doch sind sie im benachbarten finnischen Bezirk spärlich vertreten oder fehlen sogar weiten Gebieten ganz; umgekehrt erreichen sie noch eine höhere Entfaltung in den mehr kontinentaleren Gebieten der Subarktis, so vor allem in Nordasien. Es sind die Hochstaudenfluren und die Xerophytenvereine südlicher Genossenschaften.

Die Hochstaudenfluren ¹⁾ erinnern vielfach an unsere Karfluren, wie diese, bestehen sie ebenfalls aus lichten Gebüschern und aus grossen Riesenkräutern und üppigen Hochstauden, die oft weit über mannshoch werden. Pohle berichtet uns aus der Umgebung von Mesen, dass diese Fluren oft 7—8' hoch werden. Ruprecht fand daselbst Exemplare von *Cacalia hastata*, einer Composite aus dem Verwandtschaftskreis der Gattung *Senecio* von 9 Fuss Höhe. Die wichtigsten Vertreter dieser Formation sind

¹⁾ Pohle, R., l. c. pag. 71—73, ferner pag. 45/46.

im subarktischen Nordosteuropa: *Paeonia anomala*, ein grüner Busch mit grossen, leuchtend-roten Blüten, — darf wohl als die schönste Pflanze des nordöstlichen Europas gelten; ferner *Veratrum album*, besonders bezeichnend sind: *Aconitum septentrionale*, *Delphinium elatum*, *Archangelica officinalis*, alle drei erreichen nicht selten eine Höhe von 9 Fuss; noch mannshoch werden: *Crepis sibirica* und *Senecio nemorensis*. Dazu gesellen sich endlich noch eine ganze Reihe von Arten, die auch unserer einheimischen Flora als Schlag- und Karflurpflanzen angehören, wie: *Epilobium angustifolium* *Cirsium heterophyllum*, *Solidago virgaurea*, *Geranium silvaticum* etc. Die unserer Flora fremden Elemente sind vorwiegend östliche, sibirische Pflanzen.

Von Gestrüchern sind neben *Prunus Padus*, *Sorbus aucuparia*, *Ribes rubrum* und *nigrum*, *Louicera coerulea*, ganz besonders *Rosa acicularis* und die als Liane, alles umrankende *Atragene sibirica* zu erwähnen.

Diese Vegetation wurzelt in humusreichem, frischem Waldboden. Es ist eine spezifisch silvestre Formation, die mit der Waldgrenze verschwindet oder nur noch in spärlichen Resten oder einzelnen Vertretern vorhanden ist, dieselben sind aber in ihren kümmerformen oft kaum mehr zu erkennen. Auf Waldblößen, die teils durch Abholzung, teils durch Waldbrände entstanden sind, findet diese üppige Kräutervegetation, die ihr am besten zusagenden Besiedelungsbedingungen. Wo die Ansiedelung einmal erfolgt ist, tritt die Vegetation in solcher Fülle und Üppigkeit auf, dass jeder Keimling eines Baumes sofort überwachsen und unterdrückt wird.

Für diese Hochstaudenfluren sind vor allem die grossen, dünnen Blattflächen bezeichnend. Diese Pflanzen bedürfen des ganzen Sommers, um zur Blütenbildung zu gelangen, erst bei eintretendem Herbst fruktifizieren sie. Gegen niedere Wintertemperaturen sind sie unempfindlich, dagegen bedürfen sie einer verhältnismässig hohen Sommerwärme und diese steht ihnen hier im Norden reichlicher zur Verfügung als im alpinen Grenzgebiet des Waldes zwischen 1750 und 1900 Meter.

Dass die mittleren Julitemperaturen von Nordostrussland und Nordsibirien in der Nähe des Polarkreises viel höher sind als an der Waldgrenze am Nordabhang der Alpen und selbst auf den höheren deutschen Mittelgebirgen zeigen folgende Daten:

	Mittlere Julitemperatur
Mesen	14,4° C.
Obdorsk (Obmündung)	13,6° C.
Sibirien unter 67° n. Br.	über 15° C.
Dorrefjeld bei ca. 700 m. 62° 5' n. Br.	11,9° C.
Dagegen:	
1) { Sils Maria 1810 m.	11,2° C.
{ Rigikulm 1784 m.	9,9° C.
{ Schafberg 1780 m.	9,8° C.
2) { Rochers de Naye	9,8° C.
{ Pontresina	10,7° C.
{ Arosa	11° C.

Es ergibt sich somit eine Differenz von 2,4—5° C. zu Gunsten des subarktischen Waldgebietes. Als weiteres, günstiges Moment ist die Verlängerung der Vegetationstätigkeit durch die hellen Nächte zu erwähnen. So übertreffen denn auch die nordischen Hochstaudenfluren unsere Karfluren nicht selten noch an üppiger Pracht und an einem wahren Luxus saftstrotzender Vegetationsorgane, die mit dem oft schon dürftigen Baumwuchs, den nicht selten schon in nächster Nähe auftretenden Zwergstrauchheiden und den ärmlichen, öden Tundren, eigentümlich kontrastieren. Das Klima hat sich natürlich innerhalb dieser engen Grenzen kaum geändert, jedenfalls nicht so, dass dadurch diese grossen Veränderungen im gesamten Vegetationscharakter bedingt würden. Wir müssen daher die nordischen Hochstaudenfluren als edaphische Mesophytenvergesellschaftungen betrachten, die uns ein beredtes Zeugnis dafür sind, was jungfräulicher Waldmulboden selbst in diesen Breiten noch zu leisten vermag.

Haben wir die Hochstaudenfluren als eine spezifisch silvestre Formation bezeichnet, so sind die Xerophytenvereine südliche Genossenschaften²⁾ als die letzten nordischen Ausstrahlungen der pontischen und zentralasiatischen Steppen aufzufassen. Ihre Ansiedelung ist daher auf trockene Hügel, auf nach Süden exponierte Gehänge, auf erhöhte Bodenschollen beschränkt; auch die Bodenverhältnisse bringen das grössere Wärmebedürfnis dieser Arten zum

¹⁾ Hann, J., (1897) Bd. III, p. 148.

²⁾ Nach gütiger Mitteilung der meteorolog. Zentralanstalt in Zürich.

³⁾ Pohle, R., l. c. pag. 90—95.

Ausdruck. Sich rasch erwärmende Böden, wie Kies- und Sandboden, kalkreiches Substrat, besonders auch Gips werden entschieden bevorzugt. Es ist immer eine offene Formation, die besonders längs den klimatisch begünstigten grossen Flusstälern am weitesten nach Norden vordringt, *Astragalus hypoglottis*, *Anemone silvestris*, *Pulsatilla patens*, *Silene Otites*, *Artemisia latifolia*, *Scorzonera austriaca* sind einige der verbreitetsten Arten, die z. B. an der Mündung des Jenissei noch bis 71° 30' n. Br. anzutreffen sind, also sogar noch nördlich von der Baumgrenze. Von allergrösstem pflanzengeographischem Interesse ist, dass mithin vielfach echte Steppenelemente bis in das cirkumpolare Gebiet der Arktotundra vordringen; ja noch mehr, in derselben Formation finden sich neben den südlichen Steppenelementen auch noch arktisch-alpine Florenbestandteile, wie *Dryas octopetala*, *Arctostaphylos alpina* und *uva ursi*, *Alsine verna* etc. So verschieden Ursprung und Florengeschichte dieser beiden Elemente ist, biologisch gehören sie zusammen, denn es sind alles Xerophyten mit weitgehenden Anpassungen gegen Verdunstungsgefahr¹⁾.

Von weiteren Begleitformationen sind noch aufzuführen: Üppige Wiesen, besonders im Überschwemmungsgebiet der grossen Flüsse, ferner Auenwälder von *Salices* und *Alnus*-Arten, als verbreitete Begleitpflanze fehlt hier die zierliche frauenschuhartige Orchidee mit Luftknolle, *Calypso borealis* nirgends. Mit der grösseren Trockenheit des Gebietes treten nicht nur die Flachmoore, sondern noch mehr die Hochmoore und Tundrenmoore zurück; dagegen kommt der Zwergstrauchheide²⁾ mit vorherrschenden Ericaceen (*Arctostaphylos*, *Empetrum*, *Loiseleuria*, *Betula nana* etc.) und den arktischen Blumenmatten eine erhöhte Bedeutung zu; beides sind eigentlich arktische Formationen, welche von Norden her in die Übergangstundra und in die nördlichen Teile des subarktischen Waldgebietes hineinfluten.

¹⁾ Dieses nebeneinander Auftreten arktischer, silvestrer und pontischer Formationen ist wohl einer der pflanzengeographisch beachtenswertesten Züge der Übergangstundra. Besonders der innerhalb kleiner Strecken öfters zu beobachtende Wechsel oder selbst das gleichzeitige Vorkommen arktisch-alpiner Kolonien, neben Vergesellschaftungen der südlichen Steppen ist sehr auffallend. Ähnliche Verhältnisse dürften wohl auch in der Postglazialzeit in den niederen Teilen Mitteleuropas geherrscht haben.

²⁾ Eine kurze Charakterisierung der arkt. Formationen findet sich in Bd. XLVI (1901) der Vierteljahrsschrift der Naturf. Gesellsch. in Zürich.

II. Die boreal-sibirische Provinz ¹⁾.

Diese Provinz erstreckt sich über die ausgedehnten Ländereien von Ural bis zum Werchojansker Meridiangebirge, östlich vom grossen Lenatal und umfasst somit den Unterlauf und zum Teil auch die Mündungsgebiete der drei Riesenströme Ob, Jenissei und Lena, sowie die südlichen Teile der Taimyrhalbinsel.

Es ist das einförmigste Gebiet der polaren Wald- und Baumgrenze, indem innerhalb dieser enorm ausgedehnten Länderstrecken immer nur die Lärche (*Larix sibirica* Ledeb. v. *asiatica*) bis zu diesen beiden Grenzlinien vorzudringen vermag, doch zeigt die Lärche eine auffallend grosse Vielgestaltigkeit, die schon Middendorff nicht entgangen ist. Die vier nordischen Grenzformen dieses Baumes sollen hier nicht geschildert werden, doch vermögen schon die Bezeichnungen derselben: astlose Stangelärche, Spalierbaumlärche, Strauchlärche und subterrane Kriechlärche einigermaßen einen Begriff dieser Kümmergestalten zu geben.

Kiefer, Fichte, Birke bleiben in der ganzen sibirischen Provinz immer mehr oder weniger hinter der Lärche zurück, obwohl sie wenigstens der Waldgrenze zum Teil noch ziemlich nahe kommen. Gegen Osten dagegen entfernen sich die drei Arten mehr und mehr von der polaren Waldgrenze. Nur die Grünerle (*Alnus viridis*) und einige Weiden vermögen, allerdings nur in Strauch- und Heckenform, mit der Lärche hin und wieder bis zur Baumgrenze vorzudringen. In bezug auf Orographie, Hydrographie und geognostische Beschaffenheit der Unterlage schliesst sich diese Provinz sehr an den uralischen Bezirk der borealeuropäischen Provinz an, dasselbe gilt auch für die begleitenden Formationen. Hervorzuheben ist endlich noch, dass in dieser Provinz bei Lukino, an der unteren Chatanga (Taimyrhalbinsel) bei 72° 40' ²⁾ n. Br. der absolute Polarpunkt des Baumwuchses erreicht wird.

¹⁾ Pallas, Reisen durch die verschiedenen Provinzen des russischen Reiches vol. III (1776); — Middendorff, A. Th. I. c.

²⁾ Roder, K. I. c. p. 34.

III. Die tschuktschische Provinz ¹⁾.

Dieses Gebiet umfasst die Tschuktschenhalbinsel und erstreckt sich somit vom Werchojansker Meridionalgebirge bis zur Beringsstrasse und nach Südosten bis zum Orchotokischen Meere. Sie ist wieder durch eine bedeutend grössere Mannigfaltigkeit der bis zur Wald- und Baumgrenze vordringenden Holzarten ausgezeichnet. Die Tiefländer treten gegenüber welligen Hügelländern zurück, im Süden erhebt sich das Gelände sogar zu Berglandschaften, die bis zu eigentlichen Mittelgebirgen ansteigen.

Aus den polaren Waldungen verschwinden nun vollständig Kiefer, Fichte und Eberesche. Die Lärche spielt zwar immer noch eine wichtige Rolle, doch behauptet sie nicht mehr, wie in der nordsibirischen Provinz, die ausschliessliche Vorherrschaft; ja östlich vom Kolyma fehlt sie weiten Gebieten sogar vollständig. Als neue, geradezu für diese Provinz bezeichnende Baumart begeben wir der Zwerg- oder Straucharve, *Pinus Cembra v. pumila Regel*, wohl eher als eigene Art zu betrachten; sie hat legföhrenartigen Charakter. Vor allem ist aber für die Provinz der grosse Reichtum von Laubhölzern auffallend, was wohl mit dem bedeutend ozeanischeren Klima im Zusammenhang stehen dürfte. Die Balsampappel (*Populus balsamifera* = *P. suaveolens*), aber auch Birken (*B. odorata*), hochstämmige Weiden und Erlen nehmen an der Zusammensetzung dieser Wälder oft einen hervorragenden Anteil, sodass hier im nordöstlichsten Asien eigentliche Mischwälder bis zur Waldgrenze vordringen.

IV. Die alaskische Provinz ²⁾.

Sie umfasst das ganze Alaska, von der Beeringsstrasse im Westen bis zu der Hauptwasserscheide der nördlichsten Ausläufer des Rocky-Mountains im Osten. Der Hauptcharakterbaum dieser

¹⁾ Nordenskiöld, E. v., Die Umsegelung Asiens und Europas auf der Vega Bd. 2 (1882); — E. v. Toll, Die Tscherskische Expedition zur Erforschung des Kolyma, Indigirka und Jana. Peterm. Mitteilg. 1892, p. 121 ff.; Neumann, Berichte über das nordöstl. Sibirien. Petermann Mitteilg. 1879.

²⁾ Krause, A., Reisen im südlichen Alaska. Verhandl. des Vereins für Erdkunde zu Berlin (1883); — Lindenkohl, Das Gebiet des Jukonflusses. Peterm. Mitteilg. (1892); — Roder, K. l. c. p. 55—64 (1895).

Provinz ist die Sitkafichte (*Picea sitchensis*), die für Nordasien so wichtige Lärche ist hier nicht vorhanden. Ausser der Sitkafichte treten aber noch einige weitere Nadelhölzer auf, die aber nirgends eine grössere Bedeutung zu erlangen vermögen, es sind: die Zwergkiefer (*Pinus contorta*), welche nur in den höchsten Breiten, in kleinen Beständen auftritt; ferner die Hemlocktanne (*Abies Mertensiana*), die Balsamtanne (*A. canadensis*) und die sogenannte gelbe Ceder (*Cupressus nutkaënsis*).

Noch wichtiger aber ist für die Zusammensetzung der alaskischen Waldungen das Auftreten mehrerer Laubbäume, nämlich der Kanubirke (*Betula papyracea*), der Erle (*Alnus viridis*), der Espe (*Populus tremuloïdes*) und endlich der Balsampappel (*P. balsamifera*), die uns bereits auf der Tschuktschen-Halbinsel begegnet ist. Nirgends ist somit der polare Wald so reich an verschiedenen Baumtypen wie in Alaska; auch hier ist das Klima wieder ein sehr ozeanisches, Nebelbildung und grosse Luftfeuchtigkeit sind besonders in der Vegetationsperiode ausserordentlich häufig.

In den grossen Flusstälern bilden jeweilen Laubholzgebüsche die Vorposten der Fichtenwälder. Übrigens gilt auch für den Wald Alaskas, dass er sich in den nördlichen Gegenden nur in den Flusstälern und deren nächsten Umgebung ansiedelt. An der ganzen Westküste erreicht der Wald nirgends das Meer, so dass die polare Waldgrenze in einigem Küstenabstand mit mannigfachen Aus- und Einbuchtungen annähernd von Süden nach Norden verläuft. Erst tief im Innern des Landes gelangt der Wald über ausgedehnte Ländereien zu unbeschränkter Herrschaft, doch trägt nach Petroff keine über 300 Meter hohe Erhebung Baumwuchs.

V. Die borealkanadische Provinz¹⁾.

Von der Hauptwasserscheide der Rocky-Mountains im Westen bis zum atlantischen Ozean im Osten reichend, umfasst somit das ganze nördliche britische Nordamerika mit Einschluss von Labrador.

¹⁾ Richardson, J., Arctic searching expedition (1848—51) Bd. I und II; Engler, A., Die pflanzengeographische Gliederung Nordamerikas. Notizblatt d. königl. bot. Gartens und Museums zu Berlin App. IX (1902), p. 6—10. Roder, K. l. c. p. 64 ff. (1895).

Bezeichnend ist das erneute Auftreten der Lärche, allerdings in einer von der altweltlichen Lärche etwas abweichenden Modifikation, der *Larix americana* oder dem Tamarak der Amerikaner. Dieselbe ist durch das ganze subarktische Amerika verbreitet. Westlich geht sie bis zum Bell River, doch tritt sie überall mehr vereinzelt, ja oft sogar selten auf. Nirgends vermag sie, wie die sibirische Lärche in Nordasien, eine führende Rolle zu übernehmen. Durch das ganze weite Gebiet sind wie in Alaska die Balsampappel, die Kanubirke und die Canadaespe verbreitet. Diese Laubbäume finden sich überall truppenweise, besonders auf Waldbrandböden angesiedelt, oft erreichen sie die Wald-, vereinzelt sogar die Baumgrenze. Auch auf Flussalluvionen siedeln sie sich gelegentlich mit Erlen und Weiden an, besonders gereicht die schöne und üppige *Salix speciosa* diesen Auenwäldern zu besonderer Zierde. Endlich kommt in dieser Provinz auch noch die Balsamkiefer (*Pinus Banksiana*) vor, ohne jedoch je die Waldgrenze zu erreichen; sie bleibt immer mehrere Grade südlich von derselben zurück.

Ein Hauptunterschied der polaren Waldbestände Nord-Amerikas gegenüber denjenigen Eurasiens ist endlich das überall vorhandene, dichte Unterholz, in dem Kornellkirsche, Schneeball, Rosen, Brombeeren und Weiden wohl nie fehlen; so ergibt sich ein von jedem polareuropäischen Waldbild recht abweichender physiognomischer Charakter. Als silvestre Begleitformation treten auch hier Hochstaudenfluren auf, dagegen scheinen südliche xerotherme Elemente nicht so weit nach Norden vorzudringen wie in Europa und Asien, denn die Sommer sind eben im subarktischen Amerika viel weniger warm, als diejenigen der Subarktis der alten Welt; die weit nach Süden vorgeschobene Hudsonsbai, in der das nordische Eis sich staut, so dass dasselbe an Ort und Stelle verflüssigt werden muss, die dem mächtigen Mackenziesystem eingeschalteten grossen Seen, die Beseplung der Ostküste durch kalte Polarströmungen, alles wirkt zusammen, um das Klima gegenüber denselben Breiten Eurasiens zu verschlechtern.

Die Waldgrenze selbst verläuft zudem in der borealkanadischen Provinz meist in sanftem Bogen oder auch, auf weite Strecken, fast geradlinig; die vielfachen Ausbuchtungen der asiatischen Waldgrenze fehlen entweder ganz oder sind doch bedeutend ausgeglichen, denn die Flusstäler nehmen infolge der eingeschalteten gewaltigen

Binnenseen und der flachen Böschungen nicht die bevorzugte Stelle wie in der alten Welt ein.

Endlich ist das Aussehen der subarktischen Waldungen Amerikas wegen dem Vorherrschen der Fichte einförmig und düster.

Von Westen nach Osten fortschreitend begegnen uns zwei Fichtenarten, welche innerhalb dieser Provinz wieder eine Unterscheidung in zwei Bezirke ermöglichen.

1. Der Mackenzie-Bezirk mit der Weissfichte (*Picea alba*) als Leitbaum, in dem gewaltigen Gebiet zwischen dem Mackenzie und der Hudsonsbai. Obwohl auch noch in Labrador vorhanden, tritt der Baum daselbst doch stark in den Hintergrund. Im Delta des Mackenzie erreicht die Weissfichte und damit das nordamerikanische Waldgebiet bei $48^{\circ} 55'$ n. Br. seinen Polarpunkt; dieser liegt somit um volle $3^{\circ} 45'$ südlicher als in Nordasien.

2. Der Labrador-Bezirk¹⁾ zeigt in bezug auf Gesamtcharakter des Waldes und dessen Begleitformationen mit dem Mackenzie-Bezirk die grösste Übereinstimmung, nur tritt die Weissfichte stark zurück, an ihrer Stelle erscheint als leitende Baumart die Schwarzfichte (*Picea nigra*).

VI. Die polarinsular-atlantische Provinz²⁾.

Sie umfasst das südwestliche Grönland und den südlichen Teil von Island, in dem die ursprüngliche Wald- und Baumgrenze diese Insel, annähernd in der Mitte, in nordöstlicher Richtung durchzog.

Der Hauptcharakterzug dieser Provinz liegt in dem völligen Fehlen baumartiger Nadelhölzer. Nur der Zwergwachholder (*Juniperus communis* v. *nana*) vertritt noch die Coniferen. Die ziemlich langen, 3—4 Zoll dicken Stämmchen dieser Pflanze kriechen, häufig vom Moos überdeckt, dem Boden entlang. Von ihnen erheben sich die frischen, grünen Zweige höchstens 1—2 Fuss über dem Boden. Als abgehärtetstes baumartiges Gewächs, vermag es selbst noch an der Aussenküste zu gedeihen und bis zu einer Höhe von etwa 300 Metern emporzusteigen.

¹⁾ Reichel, Labrador (Peterm. Mitteilg. 1863); Low, Peterm. Mitt. (1894).

²⁾ Thoroddsen, Zwei Reisen im Innern von Island. Petermanns Mitt. 1892; — Drygalski, E. v., Grönland-Expedition der Gesellschaft für Erdkunde zu Berlin Bd. II (1897), p. 323.

Die eigentlichen „Waldungen“ oder vielleicht richtiger gesagt Gehölze, bestehen nur aus Laubhölzern, und zwar sind es bald Weiden (besonders *Salix glauca*), bald kräftige Birken (*Betula odorata*), welche gelegentlich noch 4—6,3 Meter hoch werden, die den Hauptbestandteil dieser Waldungen bilden. In Grönland sind ferner noch *Sorbus americana* und einige Erlen (*Alnus ovata*) vertreten, doch sind diese beiden Arten von sehr untergeordneter Bedeutung. Sie finden sich nur im Hintergrunde der Fjorde, besonders an Südgehängen, und zwar meistens vereinzelt oder nur in kleinen Gruppen von vier bis fünf Büschen.

Pflanzengeographisch schliesst sich somit dieses Gebiet mehr der boreal-europäischen als der boreal-kanadischen Provinz an, denn die beiden Hauptbestandteile des „Waldes“, *Betula odorata* und *Salix glauca*, fehlen dem kontinentalen, subarktischen Nordamerika. Auf amerikanische Einwanderung weisen dagegen die beiden seltenen Sträucher *Sorbus americana* und *Alnus ovata* hin. Eine ähnliche Mittelstellung nimmt auch die arktische Flora der grossen nordischen Insel ein. Von Bedeutung ist endlich noch, dass dieses in der Jetztzeit mit Binnlandeis bedeckte grosse Land an vereinzelt, weit auseinanderliegenden Stationen der ausgedehnten Küste und auf einzelnen Nunataker¹⁾, einige Arten besitzt, die nur diesem Gebiet eigen sind. Es sind zum Teil Kollektivtypen (*Rhododendron Vanhöffeni*), die durchaus den Stempel von Reliktenendmismen tragen, es dürfte sich um die letzten Reste einer tertiären Gebirgsflora handeln.

So nimmt mithin diese, dem eurasischen Typus sich immerhin bedeutend mehr nähernde Provinz eine Mittelstellung zwischen der alten und neuen Welt ein. Da aber nur in diesem Gebiet der Subarktis die polaren Waldungen ausschliesslich aus Laubhölzern bestehen, so ist wohl die Aufstellung einer besonderen Provinz für diese beiden nordischen Inseln vollkommen gerechtfertigt. Wir werden wohl nicht fehlgehen, wenn wir das alleinige Vorkommen von Laubhölzern auch wieder auf das ausgesprochene ozeanische Klima dieser Gebiete zurückführen.

¹⁾ Nunataker sind mitten aus dem Binnlandeis hervorragende steile und daher wenigstens im Hochsommer eis- und schneefreie Felsriffe.