

Zeitschrift: Bericht über das Geobotanische Forschungsinstitut Rübel in Zürich
Herausgeber: Geobotanisches Forschungsinstitut Zürich
Band: - (1955)

Artikel: Die natürliche Grossgliederung der Fennoskandischen Vegetation und Flora
Autor: Zoller, Heinrich
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-377558>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 23.01.2026

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

und Antoine Claraz-Schenkung“ und den „Schweizerischen Nationalfonds“. Es sei mir auch an dieser Stelle gestattet, den Herren Kuratoren der beiden Stiftungen herzlichst zu danken.

Literatur

- BAUMANN-BODENHEIM, M. G.: Die *Fagaceen* Neu-Caledoniens. ms.
- DÄNIKER, A. U.: Neu-Caledonien, Land und Vegetation. Mitt. Bot. Mus. Univ. Zürich **131** 1929.
- Die Loyalitäts-Inseln und ihre Vegetation. Vierteljahrsschr. Naturf. Ges. Zürich 1931.
 - Neu-Caledonien. Vegetationsbilder, Reihe **25**, Heft 6, 1939.
- GUILLAUMIN, A.: Essai de géographie botanique de la Nouvelle-Calédonie. Nova Caledonia, Bot. **1** 1921.
- Les régions florales du Pacifique. Soc. Biogéogr. **4** 1934.
- RÜBEL, E.: Pflanzengesellschaften der Erde. Bern 1930.
- SCHLECHTER, R.: Pflanzengeographische Gliederung der Insel Neu-Kaledonien. Engl. Bot. Jahrb. **35** 1905.
- SCHMID, E.: Anleitung zu Vegetationsaufnahmen. Vierteljahrsschr. Naturf. Ges. Zürich **99** 1954.
- Beiträge zur Flora und Vegetation der Kanarischen Inseln. Ber. Geobot. Forsch. Inst. Rübel **1953** 1954.

DIE NATÜRLICHE GROSSGLIEDERUNG DER FENNOSKANDISCHEN VEGETATION UND FLORA

Von Heinrich ZOLLER, Zürich-Göttingen

Die Anregung zur vorliegenden Übersicht über die fennoskandische Vegetation und Flora erhielt ich durch einen Vortrag, den ich nach der Rückkehr von einer mehrmonatigen Studienreise in Finnland¹ im Freien Pflanzengeographischen Kolloquium im Geobotanischen Forschungsinstitut Rübel hielt. Schon mehrere Male wurden am Geobotanischen Institut die Vegetationsprobleme von Nordeuropa diskutiert, und sind darüber Publikationen erschienen (Ergebnisse der I.P.E. durch Schweden und Norwegen 1925, A. KALELA 1943, C. v. REGEL 1952). Die letzte eingehende Übersicht über die Vegetation Nordeuropas wurde anlässlich der I.P.E. von G. E. DU RIETZ (1925) veröffentlicht.

Seither hat sich die geobotanische Forschung in Nordeuropa stark intensiviert: in Finnland wurde die Waldtypenlehre CAJANDERS erweitert, und die regionale Abwandlung der Nadelwälder in süd-nördlicher Richtung wurde schärfer erkannt (V. KUJALA 1936); in Schweden und Norwegen erschienen

¹ Den Herren Professoren A. KALELA, M. KOTILAINEN, N. SÖYRINKI und R. TUOMIKOSKI möchte ich an dieser Stelle für ihr stetiges Bemühen, meine Kenntnisse der nord-europäischen Vegetation und Flora zu erweitern, herzlich danken.

weitere Vegetationsmonographien und 1950 HULTENS Atlas över Växternas Utbredning i Norden, so daß heute der Überblick über die fennoskandische Vegetation und Flora wesentlich erleichtert ist. Die hier vorgelegte Gliederung mag in mancher Hinsicht sehr großzügig erscheinen, und es sei betont, daß viele Einzelheiten noch endgültig abgeklärt werden müssen.

Als Kriterien zur Gliederung werden die verschiedensten Erscheinungen ausgewertet: die Verbreitungsgrenzen der wichtigsten Waldbäume, der in bestimmten Gebietsstreifen sich häufende Artenwechsel, die regionale Abwandlung der Moorkomplexe und Waldtypen und der Flächenanteil der letzteren am Vegetationsmosaik. Die Waldtypen CAJANDERS werden in leicht veränderter Form verwendet, indem die „Klasse“ der „Hainwälder“ aufgeteilt wird in Hainwälder und Hochstaudenwälder.

Eine pflanzengeographische Einteilung Fennoskandiens muß zwei grundlegenden Faktoren der Gliederung Rechnung tragen: der allgemeinen Temperaturabnahme in süd-nördlicher und der zunehmenden Kontinentalität in ost-westlicher Richtung. Die Besprechung der einzelnen Regionen beginnt deshalb mit der in mittleren Breiten gelegenen boreomeridionalen Gürtelserie, und endet mit der arktisch-alpinen. Innerhalb jeder Gürtelserie verfolgen wir die regionalen Abwandlungen vom Atlantischen Ozean bis zu den kontinentalen Gebieten Westrußlands.

I. Die boreomeridionale Gürtelserie.

Die boreomeridionale Gürtelserie zerfällt in west-östlicher Richtung in vier Vegetationsregionen, in die atlantische Eichen-Birken-Heidekraut-Region, den *Quercus robur*-*Calluna*-Gürtel (QC-G.), die subatlantische Buchen-Weißtannen-Region, den *Fagus*-*Abies*-Gürtel (FA-G.), die zentraleuropäische Laubmischwald-Region, den *Quercus*-*Tilia*-*Acer*-Gürtel (QTA-G.) und die kontinentale Waldsteppen-Region, den *Pulsatilla*-Waldsteppen-Gürtel (PW-G.). Die Bedeutung dieser Vegetationsgürtel in Fennoskandien ergibt sich aus den Eigentümlichkeiten der Nordgrenze der boreomeridionalen Vegetation und Flora. Sie verläuft keineswegs in west-östlicher Richtung, sondern in nordwest-südöstlicher, unter den extrem maritimen Verhältnissen in Westnorwegen sogar in nord-südlicher. Sie beginnt in ca. 62° 50', zieht sich zum Skagerrak hin und trennt einen schmalen, zum QC-G. gehörigen Küstenstreifen vom borealen *Picea*-Gürtel ab. Weiter im Osten finden wir sie im Norden von Halland, von wo sie in südöstlicher Richtung durch Südschweden verläuft, in der Umgebung von Karlskrona endet und die Buchen-Region Schonens und der dänischen Inseln von der Nadellaubwald-Region Süd- und Mittelschwedens loslässt. In den baltischen Ländern streicht dieselbe Linie der nördlichen Verbreitungsgrenze von *Carpinus betulus* entlang durch

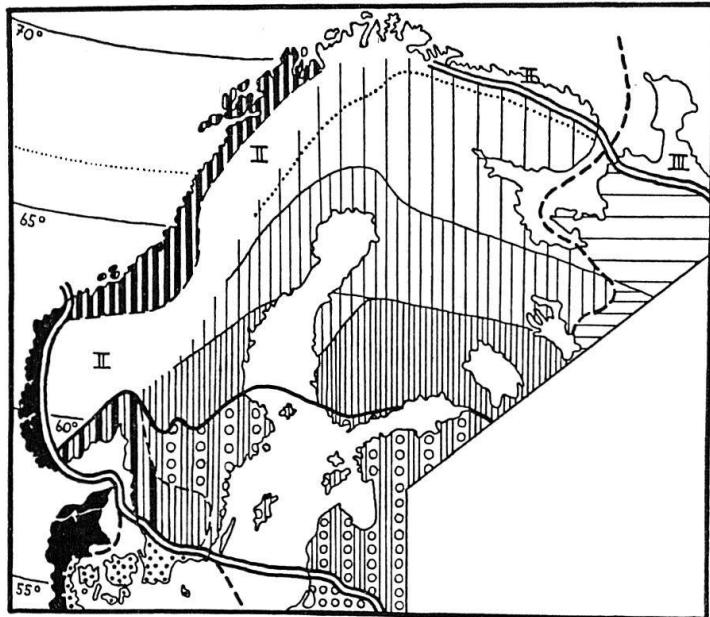
Litauen und scheidet den zentraleuropäischen QTA-G. von der Nadellaubwald-Region im Baltikum und nördlichen Zentralrußland. Die boreomeridionale Gürtelserie umfaßt demnach in Fennoskandien eine atlantische Eichen-Birken-Heidekraut-Region in Westnorwegen und eine subatlantische Buchen-Region im südlichsten Schweden. Die übrigen Vegetationsgürtel kommen entweder vermischt mit dem borealen Pic-G. vor (QTA-G.) oder nur in extrazonalen Relikten (PW-G.).

1. Die atlantische Eichen-Birken-Heidekraut-Region. *Quercus robur*-*Calluna*-Gürtel (QC-G.).

Flora. An der Ostgrenze des QC-G. in Westnorwegen findet ein Wechsel von ca. 130 Arten statt. Wenn wir berücksichtigen, daß auch die Unterschiede in der alpinen Fjeldflora zwischen den Gebirgen im Bereich des QC-G. und des östlich anschließenden Pic-G. inbegriffen sind (vgl. S. 84) und die Moose mitgezählt wurden, so erscheint dieser Artenwechsel für eine übergeordnete Grenzlinie zwischen zwei Gürtelserien gering im Vergleich zur Artenzahl z. B. an der untergeordneten Grenzlinie zwischen der süd- und mittel-borealen Unter-Region des Pic-G. (vgl. S. 86).

Im Gegensatz zu den meisten andern ist aber diese Grenzlinie scharf, und viele Spezies sind in Fennoskandien mehr oder weniger ausschließlich in diesem schmalen Küstenstreifen verbreitet: *Dryopteris borreri*, *Asplenium adiantum nigrum*, *marinum*, *Scilla verna*, *Ilex aquifolium*, *Conopodium denudatum*, *Erica cinerea*, *Digitalis purpurea*; von Moosen: *Campylopus* sp., *Breutelia chrysocoma*, *Glyphomitrium daviesii*, *Ptychomitrium polyphyllum*, *Hedwigia imberbe*, *Pterogonium ornithopodioides*, *Habrodon perpusillus*, *Calypogeia arguta*, *Schisma aduncum*, *Pleurozia purpurea*, *Radula aquilegia*, *Madortheca thuja*, *Harpalejeunea ovata* u. a. Diese Artenliste zeigt deutlich die atlantischen Charaktere des QC-G.: Vorkommen disjunkt verbreiteter Arten aus tropischen Formenkreisen, eigentümlicher Vorstoß submeridionaler Species bis in die Breitenlage der borealen Gürtelserie. Immerhin macht sich gegenüber dem QC-G. in Großbritannien, Nordwestfrankreich und Jütland eine merkliche Verarmung geltend, indem in Westnorwegen bezeichnende Gewächse fehlen: *Carex strigosa*, *Scilla nonscripta*, *Illecebrum verticillatum*, *Genista anglica*, *pilosa*, *Ulex europaeus*, *Sarothamnus scoparius* u. a. Andererseits dringen zahlreiche boreomeridionale Laubwaldarten in Westnorwegen weiter nach Norden als im kontinentalen Skandinavien: *Taxus baccata*, *Allium ursinum*, *Quercus robur*, *petraea*, *Malus silvestris*, *Circaeа lutetiana*, *intermedia*, *Hedera helix*, *Sanicula europaea* u. a. (vgl. S. 83). Die Nordgrenze bei $\pm 62^{\circ} 50'$ ist ziemlich scharf, und die reiche Artengarnitur atlantisch-boreomeridionaler Species schmilzt auf einem relativ schmalen Gebiets-

DIE NATÜRLICHE GROSSGLIEDERUNG DER FENNOSKANDISCHEN VEGETATION UND FLORA



	ATLANT. EICHEN-BIRKEN-HEIDEKRAUT=REGION (QC-G.)	BOREOME-
	SUBATLANT. BUCHEN=REGION (FA-G.)	RIDIONA-
	ZENTRALEUROP. LAUBMISCHWALD=REGION (QTA-G.)	LE G.SER.
	ATLANT.-SUBATL. UNTER-REGION	NADEL- LAUBWALD= REGION
	BALTISCHE UNTER-REGION	
	ATLANT-BOR. UNTER-REGION	BOREALE G.SER.
	SÜD - BOR. UNTER- REGION	
	MITTEL - BOR. UNTER - REGION	
	NORD - BOR. UNTER- REGION	
	MITTEL - BOR. UNTER- REGION	
	NORD - BOR. UNTER- REGION	
	ATLANT. UNTER- REGION	ARKTISCH- ALPINE- G. SER.
	INNERFENNOSK. UNTER- REGION	
	NORDRUSSISCHE UNTER- REGION	

Nord-Südgrenzen sind durch ausgezogene Linien, Ost-Westgrenzen durch gestrichelte Linien dargestellt. Die Grenzen zwischen Gürtelserien sind durch dicke doppelte Linien, zwischen Vegetationsgürteln (Vegetationsregionen) durch dicke einfache, zwischen Unter-Regionen durch dünne einfache angegeben. Die punktierte Linie zeigt die Grenze zwischen Nadelwald- und Birkenzone in der nord-borealen Unter-Region des Picea-Gürtels. Im Falle der arktisch-alpinen Tundra-Region wurde die Grenzlinie in den skandinavischen Gebirgen nicht ausgezogen, da ihr Verlauf aus orographischen Gründen äußerst kompliziert ist. Deshalb erhält auch die atlantische Unter-Region der arktisch-alpinen Gürtelserie die gleichen Signaturen wie der Quercus robur-Calluna-Gürtel und die atlantisch-boreale Unter-Region des Picea-Gürtels, in deren Bereich sie in den Gebirgen die Fjeldstufe einnimmt. Die Nordgrenze der süd-borealen Unter-Region des Picea-Gürtels zeigt in ihrem Verlauf eine Gabelung östlich des Bottnischen Meerbusens (vgl. hiezu S. 85-86).

streifen zu einer kleinen Gruppe zusammen, die in der atlantisch-borealen Unter-Region des Pic-G. teilweise erst nördlich vom Polarkreis verschwindet.

Vegetation. Charakteristisch wie in allen Teilen des QC-G. ist das Fehlen von *Picea abies* und das Absinken der Waldgrenze. Auch die Siedlungsdichte von *Pinus sylvestris* nimmt gegen die atlantische Westküste ab. *Betula pendula* und *pubescens* sind die häufigsten Bäume mit einer mehr oder weniger starken Beimischung von *Quercus*-Arten. Hervorstechend ist die optimale Entwicklung moosreicher Heidevegetation (*Bazzania trilobata*-Heiden u.a.) und moosreicher Initialvegetation an Felsen. Die Hochmoore zeigen nach H. OSVALD (1925) schon Anklänge an die terrainbedeckenden in Großbritannien: der randliche Lagg fehlt, die *Calluna-Sphagnum rubellum*-Ass. bedeckt die wachsenden Teile völlig, und in den Stillstandskomplexen dominiert *Rhacomitrium lanuginosum*.

2. Die subatlantische Buchen-Region. *Fagus-Abies*-Gürtel (FA-G.).

Flora. Wir begnügen uns mit der Feststellung, daß in dieser Region die Artengarnitur der regionalbedingten, boreomeridionalen Hainwälder noch ziemlich vollzählig ist (über die Änderungen der Flora an der Nordgrenze vgl. S. 79).

Vegetation. In Übereinstimmung mit der Flora sind die hainartigen Laubwälder absolut vorherrschend. Durchmustern wir die von B. LINDQUIST (1932) veröffentlichte Vegetationsübersicht, so stellt sich heraus, daß der Unterwuchs dieser Buchenwälder mit der Krautschicht der zum QTA-G. gehörigen Eichen-Hainbuchenwälder näher verwandt ist als mit den Wäldern des vorwiegend montan verbreiteten FA-G. So vermißt man die meisten Spezies der Montanflora des FA-G.: *Abies alba*, *Dentaria pinnata*, *Dentaria pentaphyllea*, *Prenanthes purpurea* u.a. Trotzdem kann man diese Wälder als verarmte Ausläufer des FA-G. betrachten, im Gegensatz zu den Eichenmischwäldern ohne Buche im südlichen Baltikum und Polen.

II. Die Nadellaubwald-Region. Misch-Region zwischen der boreomeridionalen und borealen Gürtelserie.

Der Übergang von der boreomeridionalen zur borealen Gürtelserie vollzieht sich nicht auf einer scharfen Grenzlinie, sondern in einem breiten Gebietsstreifen und in verschiedenen Etappen. Eine erste Verarmung des FA-G. und QTA-G. vollzieht sich schon südlich der Alpen: *Cardamine* sp., *Dentaria* sp., *Aremonia agrimonoides* u.a. Ein zweiter Ausfall ist am Nordrand der deutschen Mittelgebirge zu verfolgen (vgl. die Liste bei I, 2). Er umfaßt auch viele südeuropäisch-montan-mittteleuropäische Rasenarten. Bis hieher

finden sich mehr oder weniger häufig kleine Inseln submeridionaler Vegetation, während weiter nördlich nur vereinzelte, zerstreute Spezies vorkommen. Eine dritte Verarmung finden wir an der als Nordgrenze der boreomeridionalen Gürtelserie vorgeschlagenen Linie, eine vierte an dem bei $\pm 60^\circ$ verlaufenden „limes norrlandicus“. Weitere boreomeridionale Arten gehen bis zur Nordgrenze der süd-borealen Unter-Region des Pic-G. und einige wenige überschreiten nordwärts auch diese Linie.

Nur bis zur Linie Schonen-Litauen reichen ca. 100 Spezies und ca. 70 weitere zeigen nordwärts eine deutliche Auflockerung der Siedlungen: *Dactylis aschersoniana*, *Bromus ramosus*, *Arum maculatum*, *Carpinus betulus*, *Fagus sylvatica*, *Corydalis cava*, *Potentilla sterilis*, *Erythronium europaeum*, *Viola sylvatica*, *Circaea lutetiana*, *intermedia*, *Primula elatior*, *Scrophularia alata*, *Veronica montana*, *Phyteuma spicatum* u.a. Das süd-nördliche Verbreitungsgefälle wird mit nur 20 borealen Arten kaum aufgehoben: *Carex pauciflora*, *Carex magellanica*, *Carex vaginata*, *Betula nana*, *Rubus chamaemorus*, *Melampyrum sylvaticum*, *Linnaea borealis* u.a. Parallel mit dem Wegfall so zahlreicher Laubwaldarten vollzieht sich auch ein sichtbarer Umschlag in der Vegetation. Die Kerngebiete der boreomeridionalen Vegetationsgürtel mit dominierenden regionalbedingten Hainwäldern werden abgelöst von der Nadellaubwald-Region, in welcher in den verarmten Hainwäldern vielfach *Picea* und *Pinus* auftreten, und wo je nach den Bodenverhältnissen hainartige Laubwälder und heideartige Nadelwälder in buntem Mosaik miteinander gemischt sind.

Bis in die Nähe des „limes norrlandicus“ reichen ca. 170 Spezies und 70 weitere weisen nordwärts eine starke Auflockerung der Siedlungen auf: *Carex montana*, *Polygonatum multiflorum*, *Neottia nidus avis*, *Quercus robur*, *Ranunculus ficaria*, *Dentaria bulbifera*, *Alliaria officinalis*, *Prunus avium*, *Rubus caesius*, *Mercurialis perennis*, *Rhamnus cathartica*, *Sanicula europaea*, *Fraxinus excelsior*, *Lathraea squamaria*, *Asperula odorata*, *Campanula trachelium* u.a. Wieder gibt es nur wenige boreale Arten mit Südgrenze: *Salix lapponum*, *Rubus arcticus*, *Galium triflorum*, *Cicerbita alpina* u.a. Auch hier ist ein deutlicher Wechsel in der Vegetation zu beobachten. Das bunte Mosaik hainartiger Laubwälder und heideartiger Nadelwälder der Nadellaubwald-Region wird abgelöst von der herrschenden Fichten-Kiefern-Vegetation im Kerngebiet des Pic-G. Am „limes norrlandicus“ befindet sich die ausgeprägteste Etappe in der Verarmung der boreomeridionalen Flora, weshalb schon C. v. REGEL (1952) die Nordgrenze seiner „nemoralen“ Zone längs des „limes norrlandicus“ verlaufen lässt. In Anbetracht der stufenweise erfolgenden Verarmung und allmählichen Auflockerung der boreomeridionalen Hainwälder scheint eine Grenzziehung, welche die Nadellaubwald-Region als breite

Übergangszone auffaßt, den natürlichen Verhältnissen eher besser zu entsprechen.

Die Nadellaubwald-Region ist nicht einheitlich. Nach R. STERNER (1922) und F. HARD AV SEGERSTAD (1925, 1935) verläuft mitten durch Südschweden eine Ost-Westgrenze, die vom „limes norrlandicus“ in südlicher Richtung durch Westwärmland zieht, im Gebiet des Vänern- und Vätternsees nach Südosten umbiegt, südlich vom Vätternsee einen bis nahe gegen die Ostküste Südschwedens vorstoßenden Halbkreisbogen umschreibt und die atlantisch-subatlantische Unter-Region von der baltischen scheidet. Auf Grund eingehender Untersuchungen hat K. R. KUPFFER (1925) festgestellt, daß die Flora der baltischen Länder nahezu identisch mit derjenigen des östlichen Südschwedens ist. Es scheint aber notwendig, in dem westlichen „Oligotrophgebiet“ von F. HARD AV SEGERSTAD das smaländische Bergland mit seiner herrschenden Fichten-Kiefernwaldvegetation als Exklave des borealen Pic-G. auszuscheiden.

1. Die atlantisch-subatlantische Unter-Region.

Flora. Die Flora ist gekennzeichnet durch ca. 25 atlantische Spezies des QC-G.: *Narthecium ossifragum*, *Teesdalia nudicaulis*, *Genista pilosa*, *Hypericum pulchrum*, *Erica tetralix*, *Lonicera periclymenum* u.a., während eine größere Zahl in der baltischen Unter-Region verbreiteter Arten entweder fehlt oder seltener ist.

Vegetation. Wie groß die Differenzen in der Waldvegetation zwischen der atlantisch-subatlantischen UR. und der baltischen sind, vermag ich nicht zu beurteilen. Dagegen wurden schon von H. OSVALD (1925) Unterschiede in der Moorvegetation festgestellt. Auf den Bülten der Hochmoore findet sich im Westen ein Mosaik der *Calluna-Sphagnum fuscum*- und der *Calluna-Sphagnum magellanicum*-Ass., ferner einzelne Flecken von *Rhacomitrium lanuginosum* sowie Flechtenheiden mit *Erica tetralix*.

2. Die baltische Unter-Region.

Flora. Es fehlen die oben erwähnten Spezies, während umgekehrt ca. 50 kontinentale Wald- und Wiesensteppenarten verbreitet sind: *Herniaria glabra*, *Trifolium montanum*, *Polygala comosa*, *Viola rupestris*, *Crepis praemorsa* u.a. Da das kontinentale Element entschieden artenreicher vertreten ist als das atlantische, findet eine gewisse Verarmung der Flora in ost-westlicher Richtung statt.

Vegetation. Innerhalb der Nadellaubwald-Region beobachten wir eine nach Norden kontinuierliche Abnahme des Anteils der boreomeridionalen Hainwälder. Sind diese in Südschweden und Litauen noch ebenso häufig wie

die borealen Nadelwälder, so treten sie in der Nähe des „limes norrlandicus“ sehr zurück. Allerdings ist zu berücksichtigen, daß die besseren Hainwaldböden heute kultiviert sind. Die ursprüngliche Fläche der Laubwälder ist im Vergleich zu den auf nährstoffarmen Böden gedeihenden Nadelwäldern stark vermindert worden.

Im Gegensatz zur atlantisch-subatlantischen UR. herrscht in der baltischen die *Calluna-Sphagnum fuscum*-Ass. auf den Hochmoorbülten völlig, und die *Ledum*-reichen Reisermoorwälder sind bedeutend häufiger.

3. Die Exklave des Pic-G. im smaländischen Bergland.

Flora. Unter den boreomeridionalen und submeridionalen Arten zeigen ca. 90 Spezies eine bemerkenswerte Auflockerung des Vorkommens im smaländischen Bergland, während sie rundherum in Schonen, in den westlichen und östlichen Küstengebieten Südschwedens und in einem breiten, von Norwegen durch Mittelschweden ziehenden Streifen verbreitet oder sogar häufig sind. Unter dieser Gruppe befinden sich die folgenden, in Smaland zum Teil fast fehlenden Hainwaldpflanzen: *Festuca gigantea*, *Allium ursinum*, *Platanthera bifolia*, *Neottia nidus avis*, *Ranunculus ficaria*, *Berberis vulgaris*, *Corydalis pumila*, *Cardamine impatiens*, *Rubus caesius*, *Rosa glauca*, *Crataegus monogyna*, *Mercurialis perennis*, *Asperula odorata* u. a.

Vegetation. Betrachten wir die untere Grenze der subalpinen Stufe des Pic-G. in den mitteleuropäischen Gebirgen, so beobachten wir deren allmähliches Absinken in süd-nördlicher Richtung (Alpen ca. 1200–1300 m, Harz 800 m), bis am „limes norrlandicus“ diese Linie mit dem Meeresspiegel zusammenfällt. Das nur wenig weiter südlich gelegene smaländische Bergland, das in weiten Teilen mehr als 200 m Meereshöhe erreicht, liegt zum größten Teil über der unteren Grenze der rein boreal-(subalpinen) Vegetation des Pic-G., die in Übereinstimmung mit der Flora durchaus vorherrscht. Die boreomeridionale Hainwaldvegetation erscheint wie nördlich vom „limes norrlandicus“ auf wenige Inseln zurückgedrängt und fehlt in den ausgedehnten Waldgebieten zwischen Lungby und Jönköping nahezu vollständig, woran auch die auf weiten Strecken äußerst dürftigen Böden mitbeteiligt sind. Daß in Smaland besondere Verhältnisse vorliegen, beweist ein Vergleich mit der Vegetation und Flora der in gleicher Breitenlage gelegenen baltischen Staaten, wo sich die Hainwaldvegetation und deren Flora keineswegs in entsprechender Weise auflockert (vgl. z. B. K. LINKOLA 1934, F. MALLNER 1944).

III. Die boreale Gürtelserie.

In der borealen Gürtelserie ist die Zunahme der Kontinentalität in west-östlicher Richtung merklich schwächer als in der boreomeridionalen. Die

boreale Gürtelserie zerfällt nur in zwei Teile, in die ozeanische Fichten-Kiefern-Birken-Region, den *Picea*-Gürtel (Pic-G.) und in die kontinentale Fichten-Kiefern-Lärchen-Arven-Region, den *Larix-Pinus cembra*-Gürtel (LP-G.). Die Grenze zwischen Pic-G. und LP-G. fällt in klimatischer und geologischer Hinsicht ziemlich genau mit der Ostgrenze Fennoskandiens zusammen und ist westlich vom Ural die markanteste nord-südlich verlaufende Floren- und Vegetationslinie innerhalb der borealen Nadelwälder (A. K. CAJANDER 1903, 1905, 1909; A. KALELA 1943). Ausgenommen die arktische Tundrazone an der Murmanküste und die alpine Fjeldstufe der Gebirge gehört nördlich vom „limes norrlandicus“ der ganze fennoskandische Raum zum Pic-G.

1. Die ozeanische Fichten-Kiefern-Birken-Region. *Picea*-Gürtel (Pic-G.).

Das immense Gebiet des Pic-G. in Fennoskandien ist nur bei oberflächlicher Betrachtung einheitlich. Die Abnahme der Ozeanität vom Atlantischen Ozean bis nach Onega-Karelien ist nicht kontinuierlich, da durch die skandinavischen Gebirge die maritimen Einflüsse am weiteren Vordringen nach Osten verhindert werden. Wir finden schon im Gebiet der höchsten Gebirgs erhebung eine sprunghafte Abnahme der Ozeanität und weiter östlich ein gemäßigt kontinentales Klima. In diesen kontinentaleren Teilen Fennoskandiens sind die west-östlichen Gegensätze bedeutungslos, während die Temperaturabnahme in nord-südlicher Richtung eine regionale Gliederung der Vegetation in eine süd-, mittel- und nord-boreale Unter-Region des Pic-G. verursacht. Ohne Zweifel wird man auch in dem sich über 7 Breitengrade erstreckenden atlantischen Küstenstreifen Norwegens eine nord-südliche Gliederung des Pic-G. nachweisen können. Doch sind die Eigentümlichkeiten so auffallend und von Süden nach Norden durchgehend, daß wir dieses Gebiet als atlantisch-boreale Unter-Region besonders herausheben.

a) Die atlantisch-boreale Unter-Region in Westnorwegen.

Umgrenzung und allgemeiner Klimacharakter. Sie umfaßt einen mehr oder weniger breiten Küstenstreifen von $\pm 62^{\circ} 50'$ (Nordgrenze des QC-G.) bis 70° (Umgebung des Altenfjord). Das Klima ist ausgesprochen ozeanisch (Jahresschwankung der Temperatur weniger als 15° , jährliche Regenmenge über 80 cm, vielfach über 100 cm, größte Niederschläge im Winter). In der weiteren Umgebung des Trondhjemsfjord sind die Gebirge relativ niedrig, so daß die maritimen Klimacharaktere weiter ins Innere vordringen können als mehr südlich und nördlich. Die Ostgrenze beschreibt deshalb in diesem Raum eine bedeutende Ausbuchtung landeinwärts. Vereinzelte

atlantische Züge reichen bis ins Sylenegebiet (NORDHAGEN 1928). Unter der Wirkung des Golfstroms herrscht noch an der Murmanküste ein schwach atlantisch getöntes Klima, doch besteht zwischen Tromsö und Finmarken ein wesentlicher Unterschied, indem östlich von Alten die kontinentaleren Klimaeigenschaften über die rein maritimen überwiegen.

Flora. Als floristische Linie ist die Ostgrenze der atlantisch-borealen UR. ziemlich ausgeprägt. Die Arealgrenzen von ca. 90 Gefäßpflanzen stimmen gut miteinander überein, und der Artenwechsel ist ungefähr halb so groß wie an der Ostgrenze des Pic-G. (vgl. S. 92). Ferner fallen auch bei ca. 25 Moosen die Grenzen mit der oben beschriebenen Linie zusammen.

Arten mit Ostgrenze (ca. 30 Gefäßpflanzen, 20 Moose). Unter den atlantisch-subatlantischen Arten seien hervorgehoben: *Blechnum spicant*, *Narthecium ossifragum*. Kennzeichnend ist wie im QC-G. die Verbreitung vieler boreomeridionaler Arten, darunter auch mehrerer Hainwaldarten, die zwar nicht atlantisch-subatlantisch sind, sondern im Osten teilweise bis nach Rußland reichen. Bei einer ersten Gruppe befinden sich die nördlichen Arealgrenzen im kontinentaleren Fennoskandien schon am „limes norrlandicus“ und in Südwestfinnland, während sie in Westnorwegen meist über den Polarkreis vorstoßen: *Allium oleraceum*, *Orchis mascula*, *Ranunculus ficaria*, *Rosa glauca*, *pomifera*, *Asperula odorata* u.a. Eine zweite Gruppe geht im Osten ungefähr bis zur Nordgrenze der südborealen UR., während sie im maritimen Küstengebiet teilweise noch bei 70° häufig vorkommt: *Carex pallescens*, *Moehringia trinervia*, *Viola canina*, *Epilobium montanum*, *Scrophularia nodosa*, *Succisa pratensis* u.a.

Diese Arten werden nach Norden zwar seltener, doch ist die Flora auch im nördlichsten Teil der atlantisch-borealen UR. nicht weniger von den östlich und südöstlich angrenzenden Gegenden unterschieden. So reicht das geschlossene Areal von ca. 40 boreomeridional-borealen Arten in ganz Fennoskandien bis etwa 65°. Die gleichen Species sind ferner in den nordwestlichen Küstengebieten gemein, dagegen erheblich seltener oder beinahe fehlend im Innern von Schwedisch- und Finnisch-Lappland: *Athyrium filix femina*, *Dryopteris austriaca*, *Dryopteris phlegopteris*, *Polypodium vulgare*, *Agrostis tenuis*, *Poa nemoralis*, *Geum rivale*, *Vicia cracca*, *Viola montana*, *palustris*, *Anthriscus silvestris* u.a.

Von atlantisch-subatlantischen Moosen reichen vom QC-G. bis in die boreal-atlantische UR. des Pic-G.: *Dicranodontium denudatum*, *Campylopus schimperi*, *Heterocladium heteropterum*, die Epiphyten *Ulota bruchii*, *Ulota drumondii* u.a. Ein ähnliches Areal zeigen auch *Plagiothecium undulatum*, *Rhytidadelphus loreus* und *Bazzania trilobata*. Diese werden von vielen Autoren als Charakterarten des Pic-G. oder Piceion- bzw. Vaccinio-Piceion-

Verbandes bezeichnet (J. BR.-BL., G. SISSINGH und J. VIEGER 1939, M. MOOR 1947, J. HEUER 1949, R. KUOCH 1954), fehlen aber im größten Teile des fennoskandischen Pic-G. und treten nur in der atlantisch-borealen UR. häufiger auf.

Arten mit Westgrenze (ca. 60 Gefäßpflanzen). Es fehlen mehrere, in den kontinentaleren Gebieten weit verbreitete Moorpflanzen: *Scheuchzeria palustris*, *Ledum palustre*, *Pinguicula villosa* u.a. Dennoch ist das ost-westliche Verbreitungsgefälle in der borealen Nadelwaldflora gegen die atlantisch-boreale UR. hin gering.

Wesentliche Unterschiede ergeben sich beim Vergleich der Fjeldflora in den kontinentaleren Gebirgen mit der Flora der alpinen Stufe im Bereich der boreal-atlantischen UR. des Pic-G. Es findet meerwärts eine spürbare Verarmung statt, indem ca. 50 Species die küstennahen Fjelde meiden: *Deschampsia atropurpurea*, *Koenigia islandica*, *Melandrium apetalum*, *Minuartia stricta*, *Papaver radicatum* coll., *Draba hirta*, *Potentilla nivea*, *Astragalus frigidus*, *Rhododendron lapponicum*, *Campanula uniflora*, *Arnica alpina* u.a. Das Gleiche ist auch zwischen den kontinentaleren Fjelden in Südwestnorwegen und der alpinen Stufe im Bereich des QC-G. zu beobachten. Dieser Befund ist bemerkenswert, da manche Autoren annehmen (NANNFELDT 1935, NORDHAGEN 1931), daß in jenen Küstengebieten glaciale Refugien bestanden haben. Im allgemeinen zeichnen sich jedoch solche unvergletscherte Refugialgebiete durch eine besonders reiche Flora aus. Für das rezente Verbreitungsgefälle in westlicher Richtung sind nicht nur klimatische, sondern auch orographische und geologische Gründe verantwortlich, denn meerwärts sind die Fjelde niedriger und arm an elektrolytreichen Gesteinen.

Waldtypen. Wie in allen atlantischen Gegenden Europas ist an der norwegischen Küste die Einwanderung der Fichte sehr spät, erst in historischer Zeit (K. FAEGRI 1949) oder überhaupt nicht erfolgt. Begünstigt war sie im Raum der Gebirgsdepression von Trondhjem, wo *Picea abies* bis in die äußeren Küstengegenden vorzudringen vermochte, und wo sich in der atlantisch-borealen UR. die einzigen großen, zusammenhängenden Fichtenbestände ausbreiten. Viel früher wanderte *Pinus sylvestris* ein, aber die obere Verbreitungsgrenze sinkt wie die Waldgrenze meerwärts sehr deutlich, und die Siedlungsdichte ist im Norden der atlantisch-borealen UR. stark aufgelockert. In den Wäldern herrschen *Betula*-Arten (im Norden *Betula tortuosa*), was DU RIETZ (1925) veranlaßt hat, von einer subalpin-maritimen Birken-Region zu sprechen, wobei er auf die erheblichen Unterschiede zwischen der subalpinen und maritimen „Fazies“ hinweist.

Ein hervorstechendes Merkmal bilden die verbreiteten, üppigen Hochstaudenwälder (*Geranium*-Typ und besonders *Farn*-Typ), die in vielen Ge-

bieten fast so häufig sind wie die in den kontinentaleren Teilen dominierenden Heidewälder. Unter diesen überwiegen die moosreichen Typen. Der *Myrtillus*-Typ nimmt oft die größten Flächen ein, und dazu kommt als Vegetation maritimer Gebiete der *Cornus-Blechnum spicant*-Typ (NORDHAGEN 1936).

Moortypen. Auch die Moore zeigen einen abweichenden Charakter. Es sind Plan-Hochmoore (H. OSVALD 1925), in denen Lagg und Moorrand kaum ausgebildet sind, wo in den wachsenden Partien *Sphagnum rubellum* dominiert und in den Stillstandskomplexen *Rhacomitrium lanuginosum* massenhaft gedeiht. Im Norden machen sich die subarktischen Verhältnisse geltend, indem *Sphagnum fuscum* als wichtiger Torfbildner dominiert, aber immer noch *Sphagnum rubellum* auftritt, ebenso das atlantische *Sphagnum tenellum* und *Rhacomitrium lanuginosum*, Arten, die man in den Palsamooren von Karesuando-Lappland vermißt.

b) Die süd-boreale Unter-Region im gemäßigt kontinentalen Fennoskandien.

Umgrenzung und allgemeiner Klimacharakter. Die Südgrenze bildet der „limes norrlandicus“ und seine östliche Fortsetzung in Südwestfinnland. Die Grenzziehung im Norden stößt in Schweden aus geologischen Gründen (Silurgebiet von Zentraljämtland) und aus orographischen (vom Bottnischen Meerbusen in südost-nordwestlicher Richtung aufsteigendes Hochland) auf beträchtliche Schwierigkeiten. In Finnland fehlen diese Komplikationen, und das Problem dieser Vegetationsgrenze wurde ziemlich eingehend untersucht. V. KUJALA (1936) läßt die Grenze im Osten Finnlands bei 63° beginnen, zieht sie in schwach nordwestlicher Richtung zum Bottnischen Meerbusen, wo sie in ca. 64° endet. Auf Abbildung S. 77 fällt sie ungefähr mit der Nordgrenze von *Tilia cordata* zusammen, in Schweden auch von *Acer platanoides*. Sie verläuft in Finnland in schwach nordwestlicher Richtung dem Nordrand der Seenplatte entlang bis westlich vom Pyhäjärvi ($63^{\circ} 30'$), biegt südwärts um und erreicht den Bottnischen Meerbusen nördlich von Pori. Die Fortsetzung in Schweden beginnt in Vester-Norrland in ca. $63^{\circ} 50'$ und zieht in südwestlicher Richtung nach Nord-Dalarne. Es liegen somit nur die abgesprengten Vorkommen von *Tilia cordata* südlich von Vaasa außerhalb der süd-borealen UR. Es ist in diesem Rahmen unmöglich, die besonderen Klimacharaktere näher zu beschreiben. Die Nordgrenze ist in erster Linie eine Temperaturgrenze. Nach H. SJÖRS (1950) umfaßt der schwedische Teil die Gebiete, wo mindestens an 125 Tagen die mittlere Temperatur $+6^{\circ}$ oder mehr beträgt. Gegenüber der atlantisch-borealen UR. ist der Pic-G. östlich der skandinavischen Gebirge durch eine sehr erhöhte Kontinentalität ausgezeichnet (Jahresschwankung der Temperatur $20-27^{\circ}$, in Karesuando-

Lappland auch mehr, jährliche Regenmenge unter 70 cm, Niederschlagsmaximum im Sommer).

Flora. Floristisch tritt die Nordgrenze der süd-borealen UR. relativ prägnant hervor und ist mit ca. 125 Arten fast halb so ausgeprägt wie der „limes norrlandicus“ (vgl. S. 79). Es findet sogar ein größerer Artenwechsel statt als an der Ostgrenze der atlantisch-borealen UR. (vgl. S. 83). Die Bedeutung dieser Florenlinie wird aber durch den sehr diffusen Charakter herabgesetzt. Es handelt sich vorwiegend um boreomeridionale Spezies und nur vereinzelt noch um submeridionale wie *Satureia acinos* oder *Grimaldia fragrans*. Besonders wichtig sind die Hainwaldarten: *Moehringia trinervia*, *Anemone nemorosa*, *Vicia sylvatica*, *Lathyrus vernus*, *Viola mirabilis*, *Impatiens noli tangere* u.a.; auch viele feuchtigkeitsliebende Spezies: *Glyceria fluitans*, *Carex elongata*, *Calla palustris*, *Alnus glutinosa*, *Myrica gale*, *Lythrum salicaria*, *Veronica scutellata* u.a. sowie zahlreiche Ruderal- und Segetalpflanzen sind für die süd-boreale UR. noch charakteristisch. Klein ist die Menge kontinentaler Waldsteppenarten: *Viola rupestris*, *Campanula glomerata*, *Hypochoeris maculata*, *Hieracium cymosum* u.a. Nur wenige der 110 Spezies zeigen eine gute Übereinstimmung mit der Nordgrenze von *Tilia cordata*. In Schweden fällt bei ca. 45 Species eine Ausbuchtung des Areals nach Nordwesten in Zentraljämtland auf: *Arenaria serpyllifolia*, *Moehringia trinervia*, *Anemone hepatica*, *Vicia sepium*, *Lathyrus vernus*, *Viola riviniana*, *Primula veris*, *Glechoma hederacea*, *Veronica chamaedrys* u.a.

In Finnland verläuft die Nordgrenze von ca. 60 Arten in westlicher Richtung von der Seenplatte zum Bottnischen Meerbusen, bei ca. 50 Arten biegt sie nach Südwesten um wie bei *Tilia cordata*. In floristischer Hinsicht spaltet sich die Nordgrenze der süd-borealen UR. auf, wobei der nördliche Teil ausgeprägter ist als der südliche. Zum ersten Verbreitungstypus gehören *Carex elongata*, *Urtica urens*, *Polygonum hydropiper*, *Dianthus deltoides*, *Potentilla argentea*, *Lythrum salicaria* u.a. Den zweiten zeigen einige in Fennoskandien mehr östlich verbreitete Arten: *Campanula glomerata*, *Centaurea phrygia*, *Picris hieracioides*, *Hieracium cymosum* u.a. Ca. 20 Species reichen nicht bis zur Nordgrenze der süd-borealen UR., sondern ihre nördlichsten Vorkommen befinden sich zwischen 61° und 63°: *Polygonatum officinale*, *Anemone hepatica*, *Acer platanoides* u.a. Die floristische Nordgrenze der süd-borealen UR. ist auch in Finnland trotz der relativ regelmäßigen edaphischen und orographischen Verhältnisse unscharf.

Dem diffusen, doch deutlichen süd-nördlichen Verbreitungsgefälle boreomeridionaler Arten stehen nur ca. 15 boreale oder subarktische Species mit Südgrenze gegenüber: *Carex laxa*, *Ranunculus lapponicus*, *Epilobium hornemannii*, *Petasites frigidus* u.a.

Waldtypen. Nördlich des „limes norrlandicus“ treten die sogenannten „Edellaubwälder“ völlig zurück, doch sind für die süd-boreale UR. des Pic-G. noch zerstreute Reliktfragmente boreomeridionaler Hainwaldvegetation bezeichnend. Sie gehören vorwiegend zum ärmsten boreomeridionalen Hainwald-Typ, zum *Oxalis-Majanthemum*-Typ, nähern sich aber durch eine starke Beimengung weiterer Arten oft reicherer südlichen Typen wie dem *Sanicula*-Typ (A. K. CAJANDER 1930) u.a. Boreomeridionalen Charakter zeigen auch Halbhainwälder (vgl. K. LINKOLA 1934) wie der *Vaccinium-Rubus*-Typ und der *Convallaria-Polygonatum officinale*-Typ. Da diese bisher nur wenig Beachtung fanden, lasse ich je eine Aufnahme folgen.

Vaccinium-Rubus-Typ auf der Halbinsel Porrasniemi am Kuohijärvi, Kirchspiel Lammi, Tavastland. Boden sandig, trocken, ohne deutlichen Podsolhorizont, pH 4,5–5; Unterlage Cu- und Ni-reiches Silikatgestein, relativ nährstoffreich, auf freistehenden Felsblöcken: *Tortella tortuosa*, *Ctenidium molluscum* und *Neckera complanata*. Neigung 5°, Exp. West.

	A	V		A	V
Baumschicht:					
<i>Pinus silvestris</i>	5	33	<i>Pyrola rotundifolia</i>	+-	20
Strauchsicht:			<i>Vaccinium myrt.</i>	1	20
<i>Pinus silvestris</i>	+		<i>Vaccinium vit. idaea</i>	5	33
Krautschicht:			<i>Trifolium europ.</i>	+	21
<i>Calamagrostis arund.</i>	1-	33	<i>Melampyrum prat.</i>	2	33
<i>Melica nutans</i>	+	33	<i>Linnaea borealis</i>	+-	33
<i>Festuca ovina</i>	+	33	<i>Solidago virg. aur.</i>	+-	
<i>Carex digitata</i>	+	33	<i>Hypochoeris macul.</i>	+	20
<i>Luzula pilosa</i>	+	33	<i>Hieracium umbell.</i>	+	33
<i>Convallaria majal.</i>	2	31	Keimlinge:		
<i>Platanthera bifol.</i>	+	33	<i>Sorbus aucuparia</i>	+	
<i>Anemone hepatica</i>	1	33	Moose, Flechten:		
<i>Rubus saxatilis</i>	3-	33	<i>Entodon schreberi</i>	2	30
<i>Lathyrus vernus</i>	+	33	<i>Hylocomium prol.</i>	1	20
<i>Lathyrus pratensis</i>	+	32	<i>Dicranum scop.</i>	+	30
<i>Daphne mezereum</i>	+	23	<i>Dicranum undul.</i>	+	30
<i>Viola mirabilis</i>	+-	33	<i>Cladonia rangifer.</i>	+	

Convallaria-Polygonatum officinale-Typ, unfern voriger Aufnahme. Boden feinsandig, trocken, ohne Podsolierung, pH 6–6,5. Neigung 15°. Exp. Südwest.

	A	V	Krautschicht:	A	V
Baumschicht:					
<i>Pinus silvestris</i>	5	33	<i>Calamagrostis arund.</i>	2	33
<i>Betula pendula</i>	+-	33	<i>Melica nutans</i>	+	33
Strauchsicht:			<i>Poa pratensis</i> ssp. <i>angustifol.</i>	+	33
<i>Betula pendula</i>	+		<i>Festuca ovina</i>	+-	33
<i>Lonicera xylosteum</i>	+	22	<i>Carex digitata</i>	+	33
<i>Sorbus aucuparia</i>	+	20	<i>Luzula pilosa</i>	+	33
			<i>Polygonatum officinale</i>	1-	33

	A	V		A	V
Convallaria majal.	4-	32	Galium boreale	+	33
Anemone nemorosa	+	33	Campanula persic.	+-	33
Anemone hepatica	+-	33	Hypochoeris macul.	+	20
Fragaria vesca	+	32	Moose:		
Vicia sepium	+-	33	Entodon schreberi	+	30
Vicia cracca ssp. vulgaris	+	22	Dicranum undul.	+	31
Viola mirabilis	+	33			
Pimpinella saxifr.	+	33	A = Abundanz/Dominanz		
Vaccinium vit. id.	1	23	V = Vitalität, Ziffer 1 vegetativ, Ziffer 2		
Melampyrum pratense	1	33	generativ		

Diese boreomeridional getönten Hain- und Halbhainwälder sind für die nördliche Begrenzung der süd-borealen UR. ausschlaggebend. Im Osten sind sie bis gegen den Nordrand der finnischen Seenplatte verbreitet, fehlen dagegen im Westen in den Gebieten südlich von Vaasa weitgehend (A. KALELA, mdl.).

Unter den vorherrschenden Heidewäldern sind der Calluna-Cladina-Typ, der Vaccinium-Typ, der Myrtillus-Typ und der Oxalis-Myrtillus-Typ charakteristisch (J. ILVESSALO 1949, V. KUJALA 1936). Unsere Ausführungen beziehen sich hauptsächlich auf die finnischen Verhältnisse, doch ist anzunehmen, daß in Schweden eine entsprechende Gliederung der Waldvegetation vorliegt.

Moortypen. In Schweden werden am „limes norrlandicus“ die gewölbten Hochmoore allmählich von den Strangmooren abgelöst, während in Finnland zwischen die Hochmoore der Nadellaubwald-Region und die Strangmoore der mittel-borealen UR. sich der Karelische Moorkomplex einschiebt (A. K. CAJANDER 1913, I. PAASIO 1933). Er ist ausgezeichnet durch die kaum gewölbten, von *Sphagnum fuscum* völlig beherrschten, mehr oder weniger bewaldeten Flächen und kann für die Grenzziehung zwischen der süd- und mittel-borealen UR. in Finnland gut verwendet werden. Nach CAJANDER und PAASIO vollzieht sich der Wechsel zu den Strangmooren in einem Gebietsstreifen der weitgehend mit dem Verlauf unserer Nordgrenze übereinstimmt. Auf der finnischen Seenplatte ist der Karelische Moorkomplex weit nach Norden ausgebreitet, während er im Westen schon in der Umgebung von Pori von den Strangmooren abgelöst wird.

c) Die mittel-boreale Unter-Region im gemäßigt kontinentalen Fennoskandien.

Umgrenzung und allgemeiner Klimacharakter. Sie geht von der Nordgrenze der süd-borealen UR. bis zu einer Linie, die im Osten südlich von Kuusamo bei ca. 65° beginnt, bald steil nach Nordwesten umbiegt, östlich von Rovaniemi den nördlichen Polarkreis überschreitet und in der Um-

gebung von Lappea den Torniofluß erreicht. In Schweden verläuft die Linie vermutlich in südwestlicher Richtung durch Norbotten gegen die skandinavischen Hochgebirge hin. Diese Grenze ist ebenfalls eine Temperaturgrenze, doch weist V. KUJALA (1936) für Finnland auch einen Zusammenhang mit den Feuchtigkeitsverhältnissen nach, da die Linien gleicher Humidität in den vier Sommermonaten auffallend mit dem oben besprochenen Verlauf übereinstimmen.

Flora. Floristisch tritt die Nordgrenze der mittel-borealen UR. noch weniger prägnant hervor (vgl. S. 86). Die Angabe einer bestimmten Artenzahl scheint überflüssig, obwohl auch hier eine stattliche Reihe boreomeridional-borealer Arten zurückbleibt: *Calamagrostis epigeios*, *Majanthemum bifolium*, *Fragaria vesca*, *Oxalis acetosella* u.a. Doch stimmen die Verbreitungsgrenzen nicht miteinander überein und zeigen keine deutliche Beziehung zur Nordgrenze des mittel-borealen Bezirks. Das süd-nördliche Verbreitungsgefälle ist äußerst diffus und kann nicht zur Grenzziehung verwendet werden. Wiederum stehen den zahlreichen Species mit Nordgrenzen nur vereinzelte mit Südgrenzen gegenüber, darunter einige wichtige Moose und Flechten, bei denen sich die Vorkommen südwärts auflockern: *Dicranum robustum*, *Dicranum fuscescens*, *Lophozia lycopodioides*, *Sphagnum lindbergii*, *Opistelia arctica* u.a.

Waldtypen. Fragmente von „Edellaubwäldern“ fehlen. Als Hainwald-vegetation gedeiht der *Oxalis*-*Majanthemum*-Typ bis in die Umgebung von Rovaniemi, doch ist er viel seltener, und die Beimengung weiterer boreomeridionaler Hainwaldarten fehlt. Unter den Halbhainwäldern fehlt der *Convallaria*-*Polygonatum officinale*-Typ, den *Vaccinium*-*Rubus*-Typ trifft man nur in einer sehr verarmten Form. Unter den dominierenden Heidewäldern herrschen die gleichen Typen wie in der süd-borealen UR. (vgl. S. 88), nach Norden hin allmählich übergehend in die nord-borealen Parallel-Typen (vgl. S. 91).

Moortypen. In der mittel-borealen UR. herrschen die Strang- oder „Aapa“-Moore und es besteht kein Unterschied zwischen dem schwedischen und finnischen Teil.

d) Die nord-boreale Unter-Region im gemäßigt kontinentalen Fennoskandien.

Umgrenzung und allgemeiner Klimacharakter. Sie umfaßt das Gebiet zwischen der mittel-borealen UR. und der arktisch-alpinen Tundra- und Fjeld-Region an der Murmanküste im Nordosten und in den skandinavischen Gebirgen im Nordwesten. Die nord-boreale UR. läßt sich aufgliedern in eine Nadelwaldzone und eine subarktisch-subalpine Birkenzone. Nach Osten keilt diese rasch aus, zieht als schmales Band

durch Kola und fehlt in Nordrußland, wo *Picea obovata* die Waldgrenze bildet. Man hat das Areal dieser Birkenzone stets in Zusammenhang mit der zunehmenden Kontinentalität gebracht; doch sind die entscheidenden Faktoren schwierig zu beurteilen, denn es besteht ein Widerspruch zwischen der mächtigen Entwicklung der Birkenzone im extrem kontinentalen Karesuando-Lappland und der bescheidenen Ausbreitung im ozeanischeren Kola. Die Witterungsverhältnisse von Karesuando-Lappland erscheinen als Insel des in Nordrußland herrschenden ausgeprägt kontinentalen Klimas (Jahreschwankung der Temperatur über 28°, weniger als 40 cm jährliche Niederschlagsmenge).

Die sonstigen Charaktere von Vegetation und Flora ändern sich an der Nordgrenze der Nadelwälder nicht wesentlich.

Flora. Die Gefäßpflanzenflora der nord-borealen UR. ist eine der ärmsten im boreal-boreomeridionalen Waldgebiet Eurasiens. Auf der ganzen Grenzlinie macht sich eine deutliche Artabnahme bemerkbar. Von Osten her wurde ein negatives Verbreitungsgefälle boreal-kontinentaler Arten des LP-G. festgestellt (A. KALELA 1943). Von Norden und Nordwesten her lösen sich die Areale vieler arktisch-alpiner Species auf, ohne daß eine annähernd vergleichbare Zahl von borealen Arten ihre Nord- bzw. absolute Höhengrenze fände. Das west-östliche Verbreitungsgefälle von der atlantisch-borealen UR. gegen die nord-boreale im kontinentaleren Fennoskandien wurde schon besprochen (vgl. S. 83), ebenso die allmähliche Abnahme boreal-boreomeridionaler Species von Süden her. Die Dürftigkeit der Flora steht in schroffem Gegensatz zum LP-G. in Nordrußland und zur subalpinen Stufe in den Gebirgen Mitteleuropas.

Waldtypen. In der nord-borealen UR. fehlen die Hain- und Halbhainwälder, und die auf ähnlichen Böden gedeihenden Hochstaudenwälder bedecken eine viel geringere Fläche als in der atlantisch-borealen UR. Nach Norden hin löst auf nährstoffreichen Standorten der *Geranium*-Typ den *Oxalis-Majanthemum*-Typ ab. Weder CAJANDER noch andere Autoren haben die Begriffe „Hainwälder“ und „Hochstaudenwälder“ unterschieden. Die echten Hainwälder (*Galeobdolon-Asperula-Asarum*-Union, Th. LIPPMAA 1938) sind schon in Südfinnland nicht typisch ausgebildet, und die echten Hochstaudenwälder Nordfinnlands relativ arm an charakteristischen Arten. Der Wechsel von den Hainwäldern zu den Hochstaudenwäldern vollzieht sich im Gegensatz zu den mitteleuropäischen Gebirgen sehr allmählich. Vergleicht man aber die Vegetation typischer Hainwälder und Hochstaudenwälder genauer, so erweist sich ihr Arealtypenspektrum, ihr Lebensrhythmus, ihr Lebensformenspektrum und ihre Verbreitung als sehr verschieden. Die Flora echter Hainwälder ist boreomeridional, der Lebens-

rhythmus gekennzeichnet durch zahlreiche Frühblüher, das Lebensformenspektrum durch niedere Hemikryptophyten und zahlreiche Geophyten. Die Verbreitung ist im wesentlichen südeuropäisch-montan-mitteleuropäisch (FA-G., QTA-G.). Die Flora echter Hochstaudenwälder ist vorwiegend boreal, der Lebensrhythmus charakterisiert durch eine üppige Massenentwicklung im Sommer, das Lebensformenspektrum durch hochwüchsige Hemikryptophyten und wenige Geophyten. Die Verbreitung ist eurasiatisch-boreal-subalpin (Pic-G., LP-G.).

Von wichtigster Bedeutung sind die Umwandlungen in den Heidewäldern. Nach V. KUJALA (1936) entsprechen sich an edaphisch ähnlichen Standorten die folgenden Parallel-Typen:

Süden	Norden
Calluna-Cladina-Typ	Calluna-Myrtillus-Cladina-Typ u. a.
Vaccinium-Typ	Empetrum-Myrtillus-Typ
Myrtillus-Typ	Hylocomium-Myrtillus-Typ und Cornus-Myrtillus-Typ
Oxalis-Myrtillus-Typ	Geranium-Dryopteris- Myrtillus-Typ

Stellenweise nehmen die flechtenreichen Typen außergewöhnlich große Flächen ein im Gegensatz zu den dominierenden moosreichen Typen in der atlantisch-borealen UR.

Moortypen. Die Strangmoore herrschen vor. In der subarktischen Birkenzone trifft man die Torfhügelbildungen der Palsamoore. Im Gegensatz zur atlantisch-borealen UR. herrscht auf den Strängen, Bülten und Hügeln *Sphagnum fuscum* und die Schlenken und Rimpi's sind oft erfüllt mit *Sphagnum lindbergii*.

2. Die kontinentale Fichten-Kiefern-Lärchen-Arven-Region. *Larix-Pinus cembra*-Gürtel (LP-G.).

Der kontinentale LP-G. Nordrußlands weist eine ähnliche süd-nördliche Gliederung auf wie der Pic-G. A. KALELA (1943) hat über die Vegetation und Flora ein sehr übersichtliches Bild entworfen, so daß wir uns hier auf wenige für die Vegetation und Flora Fennoskandiens wichtige Gesichtspunkte beschränken.

Umgrenzung und allgemeiner Klimacharakter. Die Grenze zwischen LP-G. und Pic-G. ist nicht nur klimatisch bedingt (Jahresschwankung der Temperatur über 28°, jährliche Regenmenge unter 50 cm), sondern wird

auch durch den Wechsel von kalkarmen Tiefengesteinen zu kalkreichen Sedimentgesteinen verursacht. Bemerkenswert sind auch die Nord- und Südgrenze des LP-G. Während in Nordskandinavien der Wald bis gegen 70° reicht, beginnt in Nordrußland die Tundra in der Umgebung des Polarkreises. Deshalb verläuft in Kola die Nordgrenze der borealen Gürtelserie in nordwest-südöstlicher Richtung. Ebenso verläuft auch die Nordgrenze der Nadelwald-Region östlich von Leningrad in nordwest-südöstlicher Richtung.

Flora. Die Grenze zwischen Pic-G. und LP-G. ist mit ca. 170 Arten neben dem „limes norrlandicus“ am ausgeprägtesten. Immerhin zählt A. KALELA (1943) auch einige arktische Tundrapflanzen mit, was wir auch für die Ostgrenze der atlantisch-borealen UR. des Pic-G. getan haben, um zwischen den beiden Linien eine einheitliche Vergleichsbasis zu erhalten. Mit 140 borealen Arten ist diese Grenze zahlenmäßig immer noch stärker als die Nordgrenze der süd-borealen UR. des Pic-G., wobei die Arealgrenzen eine größere Übereinstimmung zeigen, als an den diffusen Linien zwischen den Unter-Regionen des Pic-G. (über die Arten vgl. A. KALELA 1943). Das ost-westliche Verbreitungsgefälle an der Grenze zwischen dem Pic-G. und LP-G. wird nur zu einem geringen Bruchteil von westlichen ozeanischen Species des Pic-G. ausgeglichen. Die meisten kontinentalen Arten des LP-G. haben trotz günstiger Einwanderungsbedingungen in Ostfennoskandien im Spätglazial diese Grenze westwärts nicht überschritten.

A. KALELA (1943) spricht von einer weiteren Grenzlinie, die von der Aunus-Landenge zwischen dem Ladoga- und Onegasee der finnischen Reichsgrenze entlang verläuft, westlich von Kuusamo und Salla Lappland erreicht, nach Nordwesten umbiegt und durch Enöntekiö-Lappland bis zum Altenfjord zu ziehen ist. Sie fällt ungefähr mit dem Eisrand der zweiten Salpaaselkä-Phase zusammen, und es ist wahrscheinlich, daß einige östliche Arten: *Moehringia lateriflora*, *Silene tatarica* u.a. schon in diesem Zeitabschnitt eingewandert sind, später aber die nordschwedischen Alluvionen nicht mehr erreicht haben. In diesem Zusammenhang stellt sich die Frage, ob nicht der Bottnische Meerbusen als natürliche Florenbarriere gewirkt hat. Die Floren von Mittelfinnland und Norrland sind nur wenig verschieden. An östlichen Arten gehen bis nahe zum Bottnischen Meerbusen: *Nymphaea tetragona*, *Centaurea phrygia*, *Hieracium pratense*, *Hieracium cymosum*. Bemerkenswert ist das Auftreten von *Chamaedaphne calyculata*, besonders im Zusammenhang mit dem ebenfalls nur auf der Finnischen Seenplatte vorkommenden Karelischen Moor-Komplex.

Vegetation. Im Prodromus der Pflanzengesellschaften Fasz. 6 (J. BR.-BL., G. SISSINGH und J. VIEGER 1939) wird die große Uniformität der borealen Nadelwälder Eurasiens stark betont. Vergleicht man das Aufnahme-

material nordrussischer Wälder von F. SAMBUK (1930), A. A. KORTSCHAGIN (1936) u.a. mit den Erhebungen fennoskandischer Autoren, scheint diese Uniformität für die Heidewälder bestätigt. Immerhin führen die anderen Baumarten und das Fehlen von *Calluna*-reichen Wäldern auch zu bedeutenden Unterschieden. Bei einer ausschließlichen Betrachtung der Heidewälder bleibt aber das Bild des LP-G. unvollständig und eine Unterscheidung von Pic-G. und LP-G. fraglich. A. K. CAJANDER (1903, 1905, 1909) stellt die Besonderheiten des LP-G. eindeutig fest: ausgedehnte, flußbegleitende Alluvialwälder mit zahlreichen *Salix*-Arten, charakteristische Alluvialwiesen und staudenreiche Pflanzengesellschaften der Flüßböschungen, artenreiche, ausgedehnte Hochstaudenwälder mit *Abies sibirica* usw. Im Gegensatz zum LP-G. Nordrußlands sind alle diese Typen im Pic-G. Fennoskandiens äußerst dürrtig entwickelt. Die Hochstaudenwälder treten in der atlantisch-borealen UR. des Pic-G. etwas stärker hervor, haben aber eine abweichende Artenzusammensetzung.

In den Mooren bestehen nur relativ geringe Verschiedenheiten wie die größere Häufigkeit *Camptothecium*-reicher Braunmoore und das Vorherrschen von *Sphagnum jensenii* in den Rimpis der Strangmoore.

IV. Die arktisch-alpine Gürtelserie.

Der zunehmend polare Klimacharakter in süd-nördlicher Richtung macht sich stärker bemerkbar als die zunehmende Kontinentalität in west-östlicher. Die arktisch-alpine Gürtelserie zerfällt deshalb in eine südlichere, in den borealen und boreomeridionalen Gebirgen die regio alpina inferior einnehmende Zwergstrauch-Region, den *Vaccinium uliginosum*-Loiseleuria procumbens-Gürtel (VL-G.) und eine nördlichere, in den borealen und boreomeridionalen Gebirgen die regio alpina superior einnehmende Rasen-Region, den Carex-Elyna-Gürtel (CE-G.). Diese Abwandlung wurde von vielen Autoren studiert, wobei für die alpine Fjeldstufe der borealen Gebirge auch eine Dreigliederung vorgeschlagen wurde (vgl. Th. C. FRIES 1913, G. SAMUELSSON 1917, R. NORDHAGEN 1928, 1936, R. KALLIOLA 1939 u.a.).

Die nach Osten kontinentaler werdenden Klimaeinflüsse sind aber nicht ohne Wirkung. An der Ostgrenze der boreal-atlantischen UR. des Pic-G. vollzieht sich auch in der Fjeldstufe ein Wechsel. Die Grenze von Pic-G. und LP-G. setzt sich in der Tundra-Region fort. Die west-östliche Gliederung der arktisch-alpinen Gürtelserie geht der borealen parallel. Anders ist an den sich entsprechenden Grenzlinien nur das Verbreitungsgefälle. So sind im Bereich des Pic-G. in Westskandinavien die küstennahen Fjelde im Gegensatz zu den kontinentalen artenarm (vgl. S. 84). An der Grenze zwischen der

Tundra auf der Halbinsel Kola und in Nordrußland ist die Zahl der westlichen und östlichen Arten ausgeglichen (vgl. S. 92). Wir unterscheiden mit zunehmender Kontinentalität eine atlantische, eine innerfennoskandische und eine nordrussische Unter-Region. Die erste umfaßt die Fjeldvegetation der Gebirge im Bereich des QC-G. und der atlantisch-borealen UR. des Pic-G., die zweite die Fjeldvegetation im Bereich der süd-, mittel- und nordborealen UR. des Pic-G. im gemäßigt kontinentalen Fennoskandien und die nördlich daran anschließende Tundravegetation. Die dritte endlich schließt sich nördlich an den LP-G. an.

1. Die atlantische Unter-Region (Umgrenzung und Flora vgl. S. 77, 84).

Vegetation. Auffällig ist die Depression der Waldgrenze und die Mischung alpiner und maritimer Vegetation auf den Küstenfjelden. Im Süden sinkt die Waldgrenze (QC-G.) von ca. 1000 m, in den nördlichen Teilen (atlantisch-boreale UR. des Pic-G.) von 800–500 m zum Meeresspiegel ab. Von den Pflanzengesellschaften gibt G. E. DU RIETZ (1925) ein kurzes, anschauliches Bild. Es dominieren moosreiche Zergstrauchheiden mit *Ptilidium ciliare* oder *Rhacomitrium lanuginosum*, *Calluna*-, *Nardus*- und *Scirpus austriacus*-Heiden sowie *Sphagnum*-reiche Assoziationen. Diese Vegetation in den südlichen Gebieten optimal entwickelt, läßt sich aber noch bei 69° verfolgen. Da sie noch wenig studiert ist, sollen hier einige charakteristische Aufnahmen aus dem Gebiet des Lyngenfjords (Amt Tromsö) folgen.

1. *Rhacomitrium lanuginosum*-reiche *Loiseleuria-Diapensia*-Heide, Polvertind, Signaldalen. Regio alpina inferior, ca. 700 m ü. M. Windgefegte Silikatfelsen. Boden sehr flachgründig, Rohhumusaufklagerung höchstens bis 5 cm, stellenweise Ansammlungen von Mineralerde, pH 4,5–5. Neigung 0°. Fläche 5 m². Deckung der Kräuter, Moose und Flechten ca. 50–60%.

	A	V*		A	V
<i>Juncus trifidus</i>	+	33	<i>Polytrichum juniperinum</i>	1	20
<i>Betula nana</i> (kriechend)	1	20	<i>Gymnomitrium concinnatum</i> ...	2	3?
<i>Loiseleuria procumbens</i>	3	33			
<i>Empetrum hermaphroditum</i> ...	+	20	<i>Sphaerophorus coralloides</i>	+	30
<i>Diapensia lapponica</i>	1	33	<i>Cetraria nivalis</i>	1	30
<i>Dicranoweisia crispula</i>	+	33	<i>Cladonia alpestris</i>	+-	20
<i>Rhacomitrium lanuginosum</i>	2	30	<i>Cladonia rangiferina</i>	+-	20

* vgl. S. 88.

2. *Ptilidium ciliare*-reiche *Empetrum*-Heide, unfern voriger Aufnahme. Silikatfelsen in mäßiger Windexposition. Boden mit sehr dichter, 10–25 cm mächtiger, trockener Rohhumusaufklagerung, pH 4,3. Stellenweise Moosschicht oberflächlich zerstört und dann eine besondere Vegetation tragend, in der sich die mit einem * bezeich-

neten Arten ausschließlich befinden. Neigung 10°. Exposition West. Fläche 5 m². Deckung der Kräuter 90%, Deckung der Moose 100%.

	A	V		A	V
<i>Lycopodium alpinum</i>	1	33	<i>Rhacomitrium lanuginosum</i>	1	30
<i>Lycopodium clavatum</i>	+	20	<i>Hylocomium proliferum</i>	4	30
<i>Carex rigida</i>	1	32	<i>Gymnomitrium concinnum</i> ...	+-	20
<i>Tofieldia palustris*</i>	+-	33	<i>Lophozia hatcheri</i>	+	30
<i>Betula nana</i> (kriechend)	2	20	<i>Lophozia floerkei</i>	1	30
<i>Loiseleuria procumbens</i>	1	33	<i>Lophozia alpestris</i>	1	30
<i>Phyllodoce coerulea</i>	+-	33	<i>Pleuroclada albescens*</i>	+-	20
<i>Vaccinium uliginosum</i>	2	22	<i>Anthelia juratzkana*</i>	+-	20
<i>Vaccinium myrtillus</i>	1	20	<i>Ptilidium ciliare</i>	5	30
<i>Calluna vulgaris</i>	1-	33	<i>Cetraria cucullata</i>	+	30
<i>Empetrum hermaphroditum</i> ...	5	33	<i>Cetraria nivalis</i>	+-	30
<i>Diapensia lapponica</i>	+	33	<i>Cladonia amaurocraea</i>	1	30
<i>Pinguicula vulgaris*</i>	+-	33	<i>Cladonia gracilis</i>	+	20
<i>Dicranum fuscescens</i>	1-	30	<i>Cladonia rangiferina</i>	1	30

3. Sphagnum-reiche *Nardus-Scirpus austriacus*-Heide, unfern voriger Aufnahme. Silikatfels in windgeschützter Lage. Boden mit torfiger, über 20 cm mächtiger, mehr oder weniger feuchter Rohhumusauf Lagerung, pH 4–4,5. Neigung 5°. Exposition Nord. Fläche 5 m². Deckung der Kräuter 40%, Deckung der Moose und Torfmoose 100%.

	A	V		A	V
<i>Nardus stricta</i>	2	33	<i>Sphagnum nemoreum</i>	5	30
<i>Scirpus austriacus</i>	2-	33	<i>Sphagnum fuscum</i>	1	30
<i>Eriophorum vaginatum</i>	1	32	<i>Oncophorus wahlenbergii</i>	+-	30
<i>Tofieldia palustris</i>	+	20	<i>Kiaeria starkei</i>	1	33
<i>Andromeda polifolia</i>	1	33	<i>Tetrapodon angustatus</i>	+-	33
<i>Empetrum hermaphroditum</i> ...	1	22	<i>Tetrapodon pallidus</i>	+	33
<i>Sphagnum magellanicum</i>	+	10	<i>Campylium stellatum</i>	+-	33
<i>Sphagnum compactum</i>	3	33	<i>Hylocomium proliferum</i>	+	20
<i>Sphagnum girgensohnii</i>	4	30	<i>Lophozia confervoides</i>	1	30
			<i>Lophozia lycopodioides</i>	+	30
			<i>Harpanthus flotowianus</i>	+	30

4. *Cornus-Blechnum spicant*-Heide, Halbinsel Vortero, Ulfssjord. Äußere Küstenregion, ca. 20 m ü.M. Silikatfels. Boden mit über 10 cm mächtiger, trockener Rohhumusauf Lagerung, pH 4,5. Neigung 20°. Exposition Nordost. Fläche 5 m². Deckung der Kräuter 70%, Deckung der Moose 100%.

	A	V		A	V
<i>Blechnum spicant</i>	+-	33	<i>Vaccinium myrtillus</i>	3	33
<i>Lycopodium clavatum</i>	1	33	<i>Dicranum cf. fuscesc.</i>	+-	30
<i>Festuca ovina</i> ssp. <i>supina</i>	+	33	<i>Entodon schreberi</i>	3	30
<i>Juncus trifidus</i>	+	22	<i>Rhytidadelphus loreus</i>	1-	30
<i>Betula nana</i>	3-	21	<i>Hylocomium proliferum</i>	5	30
<i>Cornus suecica</i>	1-	33	<i>Sphenolobus minutus</i>	+	20
<i>Empetrum hermaphroditum</i> ...	2	33	<i>Lophozia lycopodioides</i>	+	30
<i>Calluna vulgaris</i>	3	33	<i>Ptilidium ciliare</i>	3	30

2. Die innerfennoskandische Unter-Region (Umgrenzung und Flora vgl. S. 77, 84, 89).

Vegetation. Längs der kontinentalen Ostseite der skandinavischen Gebirge sinkt die Waldgrenze in süd-nördlicher Richtung allmählich ab. In den süd-borealen Gebirgen schwankt sie zwischen 1100 und 900 m, in den mittel-borealen erreicht sie \pm 800 m, in den nord-borealen sinkt sie von 750 m (Kebnekaise) und 500 m (Kilpisjärvi) zum Meeresspiegel an der Murmanküste. Wegen der Massenerhebung liegen die Waldgrenzen auf gleicher Breitenlage in der schwedisch-norwegischen Gebirgskette wesentlich höher als auf den isolierten, windausgesetzten, finnischen Fjelden (z. B. Kebnekaise \pm 750 m, Pallastunturi \pm 550 m, Levitunturi \pm 500 m, Rukatunturi \pm 450 m). Die Vegetation der Fjelde im kontinentaleren Fennoskandien ist eingehend untersucht (vgl. die S. 93 zitierte Literatur). Flechtenreiche Typen herrschen vor, die moosreichen sind auf die geschütztesten Standorte beschränkt und *Calluna*-, *Sphagnum*-, *Scirpus austriacus*- und *Nardus*-reiche Heiden fehlen. *Rhacomitrium lanuginosum* und *Ptilidium ciliare* sind zwar mehr oder weniger verbreitet, erreichen aber nirgends bedeutende Deckungswerte. In nord-südlicher Richtung sind die Unterschiede gering, und auch die Vegetation der Ebenentundra an der Murmanküste unterscheidet sich nicht wesentlich von der Fjeldvegetation der borealen Gebirge. Eine deutliche Verarmung erleiden die Fjeldheiden auf den isolierten und niedrigen finnischen Gebirgen.

3. Die nordrussische Unter-Region (Umgrenzung und Flora vgl. S. 93).

Vegetation. Zwischen der Tundravegetation in Fennoskandien und Nordrußland bestehen wichtige Unterschiede. In Nordrußland fehlen die *Loiseleuria-Diapensia*-, die *Phyllodoce coerulea*-, die *Cassiope*-, *Myrtillus*- und *Juncus trifidus*-Heiden. Dafür treten auf: artenreiche *Salix reticulata*-Bestände, artenreiche *Carex rigida*- und *Empetrum*-Heiden, Wiesen-Assoziationen und Hochstaudenfluren (vgl. R. POHLE 1903, F. SAMBUK 1933, A. KALELA 1943). Diese Erscheinung beruht nicht nur auf dem Wechsel zu den kontinentalen Klimabedingungen sondern auch auf dem entscheidenden Unterschied im geologischen Aufbau und der allgemeinen Verbreitung nährstoffreicher Böden östlich vom Weißen Meere.

Verzeichnis der zitierten Literatur

- BRAUN-BLANQUET, J., SISSINGH, G. und VIEGER, J., 1939: Prodromus der Pflanzen-
gesellschaften, Fasz. 6 Klasse der Vaccinio-Piceetalia.
CAJANDER, A. K., 1903, 1905, 1909: Beiträge zur Kenntnis der Vegetation der Alluvionen
des nördlichen Eurasiens I, II, III. Acta Soc. Scient. Fenn. 32, Nr. 1; 33 Nr. 6;
37 Nr. 5.

- 1909: Über Waldtypen. Helsingfors.
- 1913: Studien über die Moore Finnlands. Acta forest. fenn. **2**.
- 1930: Wesen und Bedeutung der Waldtypen. Silva Fenn. **15**.
- DU RIETZ, G. E., 1925: Die regionale Gliederung der skandinavischen Vegetation. Svenska växtsoc. sällsk. handl. **8**.
- FAEGRI, K., 1949: Studies on the Pleistocene of Western Norway II. Bergens Mus. Arbok, Natv. rekke Nr. **8**.
- FRIES, Th. C. E., 1913: Botanische Untersuchungen im nördlichsten Schweden. Uppsala.
- HARD AV SEGERSTAD, F., 1925: The main features of the floral plantgeography of southern Sweden. Bot. Notiser **1925**, Lund.
- 1935: Pflanzengeographische Studien im nordwestlichen Teil der Eichenregion Schwedens. Arkiv för Botanik 1935 **27**, A, Stockholm.
- HEUER, J., 1949: Vergleichende Untersuchungen an den Föhrenbeständen des Pfynwaldes (Wallis). Beiträge zur geobot. Landesaufn. d. Schweiz **28**.
- HULTEN, E., 1950: Atlas över Växternas Utbredning i Norden. Stockholm.
- ILVESSALO, J., 1949: The forests of present day Finland. Comm. Inst. Forest. Fenniae.
- KALELA, A., 1943: Die Ostgrenze Fennoskandiens in pflanzengeographischer Beziehung. Veröff. Geob. Inst. Rübel **20**, Zürich.
- KALLIOLA, R., 1939: Pflanzensoziologische Untersuchungen in der alpinen Stufe Finnisch-Lapplands. Ann. bot. Soc. zool.-bot. fenn. Vanamo **2**.
- KORTSCHAGIN, A. A., 1936: Der Ursprung der Fichten-Ausbreitung der dunklen Nadelwälder im nord-östlichen europäischen Teil von USSR, Sowjet-Botanik **5**, russisch.
- KUJALA, V., 1936: Über die Vegetationsgrenze von Mittel- und Nord-Finnland. Referat. Comm. Inst. Forest. Fenn.
- KUOCH, R., 1954: Wälder der Schweizer Alpen im Verbreitungsgebiet der Weißtanne. Mitt. Schweiz. Anstalt f. d. forstl. Versuchswesen **30**.
- KUPFFER, K. R., 1925: Grundzüge der Pflanzengeographie des Ostbaltischen Gebietes. Abh. Herder-Inst. Riga **1**.
- LINDQUIST, B., 1932: The beech-forests of Sweden. Aus E. RÜBEL, Die Buchenwälder Europas. Veröff. Geob. Inst. Rübel **8** Zürich.
- LINKOLA, K., 1934: Zur Kenntnis der Waldtypen Eestis. Acta forest. fenn. **40**.
- LIPPMAA, Th., 1938: Areal- und Altersbestimmung einer Union (Galeobdolon-Asperula-Asarum.U.) sowie das Problem der Charakterarten und Konstanten. Acta Inst. et Horti Botan. Univ. Tartu **6**.
- MALLNER, F., 1944: Vorgeschichte und Werdegang des lettischen Waldtypensystems. Zeitschr. ges. Forstw.
- MOOR, M., 1947: Die Waldfallengesellschaften des Schweizer Juras und ihre Höhenverbreitung. Schweiz. Zeitschr. f. Forstw.
- NORDHAGEN, R., 1928: Die Vegetation und Flora des Sylenegebietes I. Die Vegetation. Skrift. utg. av det norske vidensk.-akad. i Oslo, mat.-nat. klasse 1927 **1**.
- 1931: Studien über die skandinavischen Rassen des Papaver radicatum Rottb. Bergens Mus. Arbok, Naturv. rekke **2**.
- 1936: Versuch einer neuen Einteilung der subalpin-alpinen Vegetation Norwegens. Bergens Mus. Arbok, Naturv. rekke **7**.
- NANNFELDT, J. A., 1935: Taxonomical and plant-geographical studies in the Poa laxa-Group. Symbolae Bot. Uppsal. **5**.
- OSVALD, H., 1925: Die Hochmoortypen Europas. Veröff. Geob. Inst. Rübel **3** Festschrift Schröter.
- PAASIO, I., 1933: Über die Vegetation der Hochmoore Finnlands. Acta forest. fenn. **39**.
- POHLE, R., 1903: Pflanzengeographische Studien über die Halbinsel Kanin und das angrenzende Waldgebiet. Acta Hort. Petropol. **2**.
- REGEL, C., 1952: Botanische Beobachtungen auf einer Reise in Schweden. Bericht Geob. Inst. Rübel **1951** Zürich.

- SAMBUK, F., 1930: Eine phytogeographische Skizze des Petschoratales. *Travaux du Musée Bot. Acad. Scient. URSS* **22**, russ., 6 S. deutsch.
- 1932: Les Forêts du Bassin de la Pétchora. *Trav. du Musée Bot. Acad. Sc. USSR* **1932** **24**.
 - 1933: Natural grazing lands of the tundras of the Nenetzky circuit (Northern Region). Aus: *The Soviet Reindeer Industry* **1**, russ. und engl.
- SAMUELSSON, G., 1917: Studien über die Vegetation der Hochgebirgsgegenden von Dalarne. *Nova acta reg. soc. scient. Ser. IV* **4**.
- SJÖRS, H., 1950: Regional studies in North Swedish mire vegetation. *Bot. Notiser*, Lund.
- STERNER, R., 1922: The continental element in the flora of south-Sweden. *Geografiska Annaler*, Stockholm.

ZUR BIOLOGIE DES FUSCHLSEES

Von Heinrich KUHN, Zürich

Der Fuschlsee im Bundesland Salzburg, 17 km von der Landeshauptstadt entfernt, hat durch das Projekt einer Fuschlseewasserversorgung für Salzburg von Direktor Dipl. Ing. Rudolf FREY das Interesse auf sich gezogen. Der Fuschlsee hat eine Länge von 4 km bei 0,9 km größter Breite und seine Oberfläche beträgt $2,7 \text{ km}^2$. Die Seeoberfläche liegt 663 m über Meer. Ungefähr in der Mitte des langgezogenen Seebeckens liegt eine Bodenschwelle, die den See in zwei Becken teilt. Das felsige Seebecken besteht zumeist aus Dolomit. Das östliche Becken erreicht die Maximaltiefe mit 67,3 m, im Westbecken kommt der See bis 63 m Tiefe. Der See ist an seinen Längsflanken ein Steilufersee. Mit Ausnahme einer kurzen Strecke beim Dorfe Fuschl befindet sich das ganze Seeufer in einem natürlichen Zustand mit einem Schilf- und Seerosengürtel an der Flachuferstrecke beim Westende, wo der Seeausfluß mit einer mittleren Abflußmenge von 1000 l/sec liegt. Das Einzugsgebiet des Sees beträgt $29,5 \text{ km}^2$. Der Rauminhalt des Fuschlsees ist rund 100 Millionen m^3 . Es handelt sich somit um einen See, dessen belichtete und Planktonalgen produzierende Aufbauschicht bedeutend kleiner ist als die Tiefenschicht und der daher von Natur aus mit dem überwiegenden Steilufer ein nährstoffärmer oligotropher Reinwassersee mittlerer Härte und von bester Trinkwasserqualität ist. Günstig ist von diesem Gesichtspunkt auch seine nicht unbeträchtliche Höhenlage, die den See nach HÄMPEL zu einem kalten Alpensee mit $6,7^\circ \text{ C}$ mittlerer Temperatur macht.

Es galt zu prüfen, ob durch die Einflüsse von Abwasser aus dem Dorfe Fuschl oder Zufluß aus gedüngten Wiesen eine Veränderung des natürlichen oligotrophen Zustandes in letzter Zeit eingetreten wäre. Die jahrelangen chemisch-biologischen Untersuchungen von Ing. Chem. Josef KOPECKY in