Alpine und arktische Flora und Vegetation : Studien über die Höhengrenzen der hochalpinen Gefässpflanzen im nördlichen Lappland

Autor(en): **Du Rietz, G. Einar**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Veröffentlichungen des Geobotanischen Institutes Rübel in Zürich**

Band (Jahr): **3 (1925)**

PDF erstellt am: **28.05.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-306764

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.
Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.
Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

http://www.e-periodica.ch

Richtung sind die Gebrüder J. J. und J. SCHEUCHZER (von 1706 an) und etwas später HALLER (1768). Für die Westalpen folgen ihnen ALLIONI (1785) und VILLARS (1779, 1786/89) und für die Ostalpen JACQUIN mit WULFEN (1762 u. f.), HACQUET (1782 u. a.) nach. Die Alten haben die Bahn geebnet. Wir Epigonen folgen ihnen auf dem Fusse.

III.

Studien über die Höhengrenzen der hochalpinen Gefässpflanzen im nördlichen Lappland

Von G. EINAR DU RIETZ, Upsala

Mit einer Kartenskizze und drei graphischen Darstellungen

Eingegangen 5. Februar 1925

I. Einleitung

Während die Pflanzengeographen der Alpen seit alters her der Höhenverbreitung der alpinen Pflanzenarten eine besondere Aufmerksamkeit gewidmet haben (vergl. ausser den vielen Gebietsmonographien die zusammenfassenden Werke von HEER 1884, SCHRÖTER 1904—1908, 1923—1925 und BRAUN-BLANQUET 1913), ist dieser Zweig der Pflanzengeographie in Skandinavien sehr vernachlässigt worden. Nur in NORMANS grossem Werk »Norges arktiske Flora« (1894—1900) findet man reichlichere Angaben über die Höhe der verschiedenen Fundorte der Arten; systematische Untersuchungen zur Ermittlung der Höhengrenzen scheint er aber nicht vorgenommen zu haben und die höheren Stufen sind in seinem Material recht schwach repräsentiert. Vom Kebnekaise-Massiv im südlichsten Torne Lappmark hat SELIM BIRGER (1912) eine wertvolle Spezialuntersuchung über die Höhengrenzen einer Reihe von Arten auf dem Kebnetjåkko (1530 m) veröffentlicht. Sonst[1] hat man sich im be-

[1] Es muss aber hier bemerkt werden, dass TH. C. E. FRIES, der langjährige Führer der schwedischen Gebirgsbotanik, seit einer Reihe von Jahren sehr genaue Studien über die Höhenverbreitung der Gefässpflanzen auf dem Berg Nuolja bei Abisko (ca. 1200 m) ausgeführt, sie aber bisher leider nur teilweise (FRIES 1919) veröffentlicht hat.

sten Fall damit begnügt, Angaben über die höchsten Rekordfundorte einzelner Arten mitzuteilen (vergl. z. B. SMITH 1920 und vor allem T. RESVOLL 1917, wo die beste Zusammenstellung derartiger Angaben zu finden ist; solche Angaben haben natürlich genau denselben Wert wie blosse Angaben über die höchste gemessene Birkenwaldgrenze in demselben Gebiet).

Was wir aber vor allem brauchen, das sind nicht Angaben über derartige extreme Maximalgrenzen der Arten, sondern vergleichende Studien über die Höhengrenzen jeder Art auf verschiedenen Bergen und in verschiedenen Gebieten, ferner vergleichende Studien über die Reihenfolge der Artengrenzen auf demselben Berg. Während meiner Arbeiten an der naturwissenschaftlichen Station Abisko in Torne Lappmark im Sommer 1924 setzte ich mir zum Hauptziel, solche Messungen auf möglichst vielen Bergen und an möglichst vielen Arten durchzuführen. Eine derartige Spezialuntersuchung vom Tarfalatal im Kebnekaise-Gebiet, die auch eine Reihe weniger extrem hochalpiner Arten umfasst, werde ich anderenorts veröffentlichen. Hier werde ich nur die Studien über die Grenzen der hochalpinen Arten mitteilen, die ich auf einer Reihe von Bergen im Torneträsk-Gebiet sowie auf dem Tarfalatjåkko im Kebnekaise-Gebiet ausgeführt habe.

Die grossen Schwierigkeiten, auf die man bei derartigen Untersuchungen in Lappland wegen der grossen Entfernungen stösst — eine Besteigung der nächsten hohen Bergspitzen bei Abisko nimmt etwa 24 Stunden in Anspruch — machten es leider unmöglich, so viele Berge zu untersuchen, wie ich gewollt hätte. Auch hatte ich meist zu grosse Eile, um eine so grosse Gleichmässigkeit in der Beobachtung zu erreichen, die ich beim Messen der Meereshöhe der betreffenden Arten wünschte. Die hier vorgelegten Ergebnisse sind deshalb nur als ganz preliminär zu betrachten und dürfen nur mit der grössten Vorsicht verallgemeinert werden.

Die Lage der untersuchten Berge geht aus der Karte (Fig. 1) hervor. Der Vassåive (= Vassitjåkko) ist ein Granatglimmerschieferberg, die übrigen sind Amphibolitberge. Der Vassåive, Somaslaki und Pallemtjåkko ragen über die Vergletscherungs-

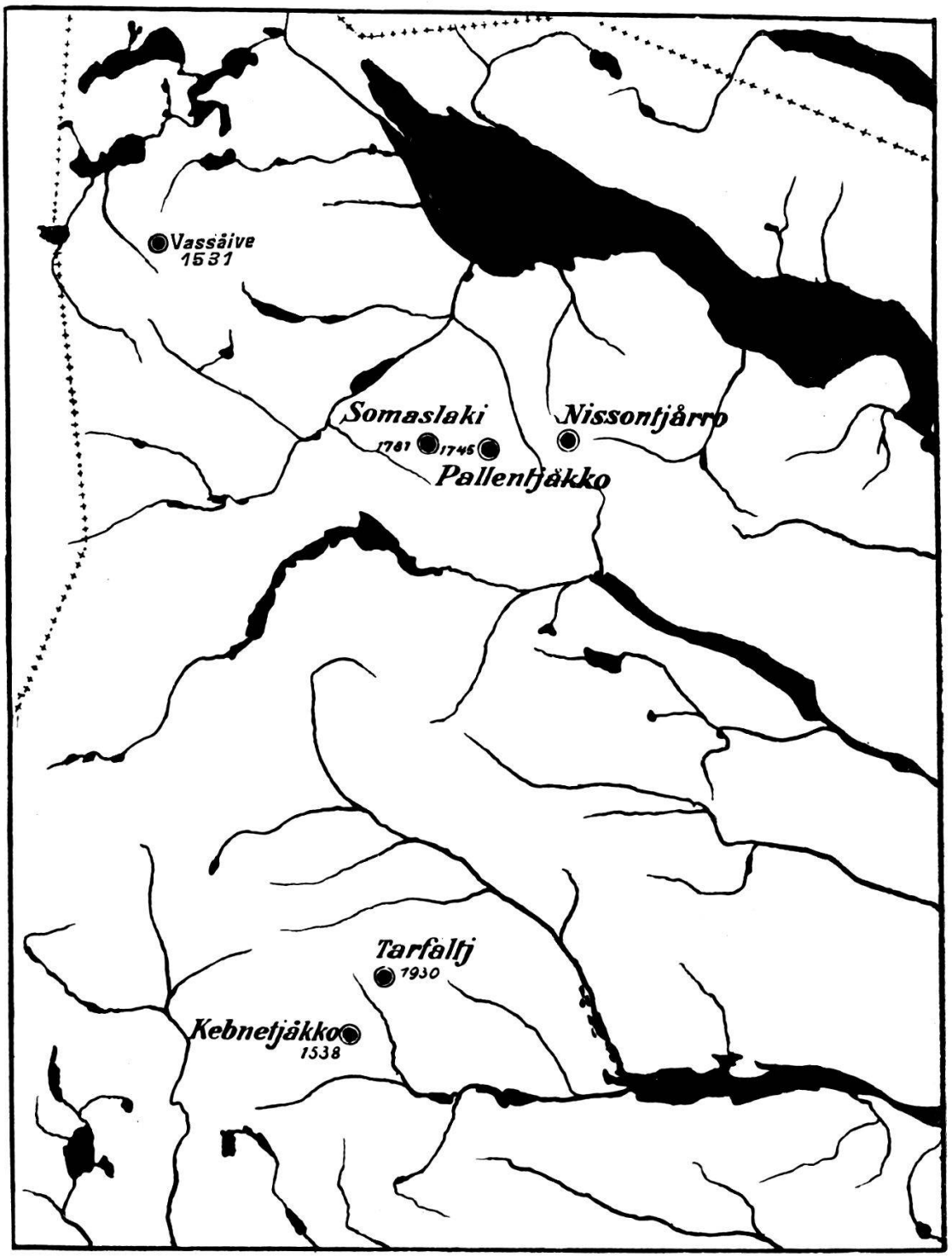

Fig. 1. Hochgebirgszone im südlichen Torne Lappmark

grenze empor, der Nissontjårro und der bestiegene Gipfel des Tarfalatjåkkos dagegen nicht.

Meine Messungen sind mit einem Anäroidbarometer ausgeführt worden; der Barograph und der Thermograph der naturwissenschaftlichen Station dienten als Basis; die Witterungsverhältnisse waren in den meisten Fällen sehr günstige. Nur die Gipfelhöhe des Somaslaki habe ich mit einem Kochthermometer ermittelt. Sowohl in diesem Fall als auch in dem, in welchem die Gipfelhöhe des Pallemtjåkko nur mittels Anäroidbarometer bestimmt wurde, habe ich meine Messungsresultate als sicherer betrachtet als die alten Kartenziffern. Für die übrigen Gipfel existieren keine früheren exakten Messungen, mit Ausnahme des Tarfalatjåkko, dessen Gipfel (d. h. der zweithöchste Gipfel; den höchsten habe ich infolge ungünstigen Wetters nicht erreicht) auf der neuen guten Karte vom Kebnekaise als 1830 m hoch bezeichnet wird; in diesem Fall habe ich diese Messung als die sicherste betrachtet.

Meiner Frau, die mich fast bei allen diesen recht anstrengenden Exkursionen begleitete und die an allen Arbeiten teilnahm, bin ich für alle ihre Hilfe zu vielem Dank verpflichtet. Auch meinen Freunden Dr. W. Credner (Kiel), Dr. H. Osvald und stud. phil. G. Nilsson, die mich auf einzelnen Exkursionen begleiteten — der erstere auf den Nissontjårro, die beiden anderen auf den Somaslaki — bin ich für ihre wertvolle Hilfe sehr dankbar.

II. Die Vegetationsstufen

Meine Studien über die vertikale Gliederung der alpinen Vegetation von Torne Lappmark und anderer Teile der skandinavischen Gebirgskette werde ich andernorts vorlegen. Ich möchte hier nur einige Hauptzüge erwähnen, die für das Verständnis der Artengrenzen wichtig sein können.

In der modernen schwedischen Literatur stellt man nach dem Vorgange von Th. C. E. Fries (1917 [1]) der alpinen Stufe

[1] Der erste, der eine Zweigliederung der alpinen Stufe nach der Blockmeergrenze vorgeschlagen hatte, war B. Nilsson[-Kajanus] (1907); seine Einteilung galt aber nur für die Flechtenvegetation und nur für ein spezielles Gebiet (das Sarek-Gebiet).

eine «Blockmeerstufe» [«regio alpina II» FRIES bei SMITH 1920, «regio alpina secunda» SMITH 1920, «regio alpina sterilis» TENGWALL 1920] dem unteren Teil gegenüber. Im Gegensatz zu der ziemlich geschlossenen Vegetationsdecke der unteren Stufe besteht diese Blockmeerstufe grösstenteils aus sterilen Blockmeeren, zwischen welchen nur ganz kleine Fragmente einer höheren Vegetation Raum finden können. Ich selbst war früher (DU RIETZ 1924) ein Anhänger dieser Stufen-Grenze, finde aber jetzt, dass sie etwas modifiziert werden muss. Sie basiert nämlich nicht auf einer eigentlich botanischen Grundlage, sondern eher auf einer geologischen. Es ist zwar wahr, dass die Standortsunterschiede, die durch die Blockmeergrenze markiert werden, für die Vegetation eine fundamentale Bedeutung haben und dass der Kontrast zwischen der zusammenhängenden Vegetation der unteren alpinen Stufe und der fragmentarischen Vegetation der Blockmeerstufe sehr gross ist. Aber die Höhenlage der Blockmeergrenze wird doch von verschiedenen Faktoren — der petrographischen Beschaffenheit des Gesteines, den Neigungsverhältnissen etc. — stark beeinflusst, die für die Vegetation nicht dieselbe fundamentale Bedeutung haben. Man findet deshalb nicht selten, dass die Vegetationsfragmente der unteren Blockmeerstufe aus ganz denselben Assoziationen bestehen wie die oberste zusammenhängende Vegetation unterhalb der Blockmeergrenze. Und man muss sich dann fragen, ob es nicht vielleicht möglich wäre, eine Grenze zu finden, an der sich die Qualität der Vegetation stärker verändert, und zwar unabhängig von den Blockmeeren, also unabhängig davon, ob die Vegetation geschlossen oder durch Blockmeere zersprengt ist.

Ich glaube, eine derartige Grenze jetzt wirklich gesehen zu haben.

Auf den von mir untersuchten Bergen habe ich immer eine rechtscharfe Grenze gefunden, an der die Zwergstrauch- und Grasheiden der unteren alpinen Stufe aufhören und durch extrem hochalpine Assoziationen ersetzt werden, in welchen die Bodenschicht eine viel mehr dominierende Stellung einnimmt. Diese

Assoziationen sind vor allem verschiedene *Salix herbacea*-Assoziationen, die (neben *Luzula confusa*- und *Ranunculus glacialis*-Assoziationen) bei einer für jeden Berg recht konstanten Höhe fast alleinherrschend werden. Diese Grenze, die ich als die schärfste und wichtigste der ganzen alpinen Stufe betrachten muss, möchte ich der Einteilung der alpinen Stufe zu Grund legen.[1] Die Blockmeergrenze liegt im allgemeinen etwas niedriger; namentlich auf sehr weichem und leicht verwittertem Gestein kann sie aber auch viel höher liegen.

Ich teile somit die alpine Stufe von Torne Lappmark in zwei Unterstufen ein, die untere und die obere alpine Stufe (*regio alpina inferior* und *regio alpina superior*[2]). Die weitere Gliederung der ersteren liegt ausserhalb des Rahmens dieser Arbeit. Ich möchte nur erwähnen, dass ihr oberer Teil im Torneträsk-Gebiet normalerweise vollkommen von *Cassiope tetragona*-Heiden dominiert wird, im Kebnekaise-Gebiet und auf den *Cassiope tetragona*-ärmeren Bergen des Torneträsk-Gebietes dagegen von verschiedenen Grasheiden. Auch die *Salix herbacea-Cesiolichen*[3]-Assoziation spielt schon hier auf den Windblössen eine sehr hervorragende Rolle. Die

[1] Andeutungen dieser Grenze fehlen durchaus nicht in den früheren Abhandlungen und die meisten Einteilungsversuche der alpinen Stufe in der neueren schwedischen Literatur sind mehr oder weniger bewusst auf sie gegründet (vergl. z. B. VESTERGREN 1902, HEINTZE 1913 und SAMUELSSON 1916, 1917), obgleich man sie niemals genügend analysiert und wohl in einzelnen Fällen auch missaufgefasst hat. Im Grossen und Ganzen fusst ja übrigens auch die Einteilung von FRIES, SMITH und TENGWALL eben auf diesem Umschlag in der Vegetation, obgleich diese Verfasser die Blockmeergrenze als Indikator gewählt haben. In einer anderen Arbeit werde ich diese früheren Einteilungsversuche eingehender behandeln.

[2] Diese Einteilung ist nicht mit der klassischen, recht diffusen Einteilung WAHLENBERGS (1812) identisch und die Bedeutung der Termina *regio alpina inferior* und *regio alpina superior* ist eine ganz andere als in der skandinavischen Literatur des neunzehnten Jahrhunderts.

[3] Als *Cesiolichen*-Vegetation bezeichne ich nach dem Beispiel VESTERGRENS und späterer schwedischer Gebirgsbotaniker den aus *Cesia coralloides* (= *Gymnomitrium coralloides*) im Verein mit Krustenflechten und schlecht entwickelten Blatt- und Strauchflechten gebildeten Bodenschichtstypus, der für die windexponierten Fliesserdeböden des skandinavischen Hochgebirges so ausserordentlich charakteristisch ist.

Grenze gegen die obere Unterstufe wird dadurch markiert, dass verschiedene *Salix herbacea*-Assoziationen auch den Platz der *Cassiope tetragona*-Heiden und Grasheiden sowie der vereinzelt vorkommenden anderen Zwergstrauchheiden einnehmen und die ganze Vegetation infolgedessen eine durchgreifende Veränderung und Verarmung aufweist.

Ich werde hier nur die Vegetation der oberen alpinen Stufe und ihre Höhengliederung etwas näher besprechen. Nach meiner Erfahrung gliedert sich die obere alpine Stufe von Torne Lappmark natürlich in drei Unterstufen niedrigeren Ranges:

1. **Die *Salix herbacea*-Stufe.** Die Vegetation zwischen den Blöcken besteht hauptsächlich aus *Salix herbacea*[1]-Assoziationen. Auf den am frühesten schneefreien Kiesflächen, die im allgemeinen zu Polygon-Böden ausgebildet sind, herrscht vollkommen die *Salix herbacea-Cesiolichen*-Assoziation, am etwas tiefer gelegenen Rande der Polygone sowie an anderen weniger windexponierten Stellen verschiedene moosreiche *Salix herbacea*-Assoziationen und *Luzula confusa*-Assoziationen, auf den Schneeböden auch moosreiche *Ranunculus glacialis*-Assoziationen.

2. **Die *Ranunculus glacialis*-Stufe.** In einer Höhe zwischen 1400 und 1500 m im Torneträsk-Gebiet und bei ca. 1560 bis 1580 m im östlichen Kebnekaise-Gebiet verschwinden die *Salix herbacea*-Assoziationen vollkommen oder fast vollkommen und ihre Rolle übernehmen *Ranunculus glacialis*-Assoziationen. Auf den Polygonen wird die *Salix herbacea-Cesiolichen*-Assoziation vollkommen durch *Ranunculus glacialis-Cesiolichen*-Assoziationen ersetzt, die in der vorigen Stufe beinahe vollkommen fehlen. Am Rande der Polygone findet man immer noch kleine Flecken von *Luzula confusa*-Assoziationen sowie

[1] Ich fasse in dieser Arbeit unter dem Namen *Salix herbacea* auch *S. polaris* und *S. herbacea* × *polaris* zusammen. Der Bastard ist nämlich in den höheren Stufen so häufig, dass sich keine Grenze ziehen lässt. Die Höhengrenze wird aber gewöhnlich von recht reiner *Salix herbacea* gebildet.

von anderen *Ranunculus glacialis* - Assoziationen. Reine Moosassoziationen spielen eine immer grössere Rolle.

3. Die Kryptogamen-Stufe. In einer Höhe zwischen 1600 und 1700 m im Torneträsk-Gebiet und bei etwa 1800 m im östlichen Kebnekaise-Gebiet verschwinden auch die *Ranunculus glacialis* - Assoziationen (die *Luzula confusa* - Assoziationen verschwinden gewöhnlich noch früher) und die Polygone werden von reinen *Cesiolichen* - Assoziationen bedeckt. Einzelne (oft sterile) Individuen von *Ranunculus glacialis*, *Luzula confusa* und *Lycopodium selago* kann man zwar noch etwas höher finden, im grossen und ganzen ist aber die Vegetation jetzt völlig frei von Gefässpflanzen und nur reine Moos- und Flechtenassoziationen bedecken die Kiesflächen.

Eine ausführlichere Beschreibung der Assoziationen dieser drei Stufen werde ich in einer anderen Arbeit liefern.

Diese drei Stufen sind immer leicht zu unterscheiden, sobald blockfreie Kiesflächen (Polygonböden) überhaupt vorkommen. Auf einzelnen extrem sterilen Bergen können aber gelegentlich solche Kiesflächen fast vollkommen fehlen und die groben Blockmeere den Boden ununterbrochen bedecken. Die drei Stufen können dann sehr schwer zu erkennen sein, weil schon die *Ranunculus glacialis*-Stufe auf grossen Flächen ganz phanerogamenfrei sein kann. Dann genügt aber schon ein einzelner Fleck eines Polygonbodens, um die Lage des betreffenden Niveaus im Stufenschema zu erkennen.

Wie weit sich diese Dreiteilung der oberen alpinen Stufe generalisieren lässt, müssen künftige Untersuchungen zeigen. Dass die Zweiteilung der alpinen Stufe längs der ganzen skandinavischen Gebirgskette haltbar ist, scheint mir ziemlich sicher zu sein; auch die Existenz einer reinen Kryptogamenstufe in allen skandinavischen Gebirgsgebieten von genügender Höhe scheint mir kaum bestritten werden zu können. Das Vorkommen von getrennten *Salix herbacea*- und *Ranunculus glacialis*-Stufen in den südlichen Teilen der Gebirgskette (wo *Salix herbacea* oft noch in einer Höhe von 1700 m häufig zu sein scheint) ist noch nicht nachgewiesen. Im nördlichen Lule Lappmark (Suorva-Gebiet) habe ich aber an mehreren Bergen diese beiden Stufen sehr schön ausgebildet gesehen.

Eine »nivale Stufe« findet im obigen Stufenschema keinen Raum. Sie ist ebenso wie die »klimatische Schneegrenze« selbst eine rein theoretische Konstruktion, die für die praktische Vegetationsforschung sehr wenig Wert haben dürfte. Auch die »Vergletscherungsgrenze« (Enquist 1917) ist als botanische Stufengrenze selbstverständlich ganz unverwendbar.

Tab. 1

Die Höhenlage der oberen Grenzen der verschiedenen Vegetationsstufen auf fünf verschiedenen Bergen in Torne Lappmark.

	Vassåive	Somaslaki	Pallemtjåkko	Nissontjårro	Tarfalatjåkko
	m	m	m	m	m
Höhe des höchsten bestiegenen Gipfels .	1531	1744	1759	1804	1830
Obere Grenze der Ranunculus glacialis-Stufe	—	1660	1575	1750	1810
Obere Grenze der Salix herbacea-Stufe . .	1450	1400–1475	1450	1470	1560–1580
Obere Grenze der unteren alpinen Stufe	1175	1195	1220	1300	1300–1330
Obere Grenze der Birkenwaldstufe (nach Th. C. E. Fries) . .	550	750	750	750	800

Tab. 1 zeigt die Höhenlagen der Stufengrenzen auf den verschiedenen untersuchten Bergen. Ich habe die Berge mit Absicht so gewählt, dass sie teils ein Ost-West-Profil durch die Hochgebirgszone südlich vom Torneträsk und teils ein Nord-Süd-Profil längs des Ostrandes der Hochgebirgszone vom Torneträsk- bis zum Kebnekaise-Massiv (dem höchsten Gebirgsmassiv von Schweden) bilden. Wie sich nach dem bereits bekannten Verlauf der Birkenwaldgrenze (Fries 1913) und der Vergletscherungsgrenze (Enquist 1917) erwarten lässt, zeigt sich deutlich ein allgemeines Steigen der Stufengrenzen von Westen nach Osten und vom Torneträsk zum Kebnekaise. Die erstere ist auf den Uebergang des maritimen Klimas zum kontinentalen, die zweite auf die Massenerhebung zurückzuführen.

Die niedrige Lage der oberen Grenze der *Ranunculus glacialis*-Stufe auf dem Pallemtjåkko dürfte auf ungünstige edaphische Verhältnisse zurückzuführen sein. Vereinzelte Individuen von *Ranunculus glacialis* gedeihen nämlich am Südhang noch 10 m unter dem Gipfel recht gut. — Bemerkenswert ist die im Torneträsk-Gebiet anscheinend recht konstante Höhenlage der oberen Grenze der *Salix herbacea*-Stufe, die aber wahrscheinlich mit den auf dem Vassåive extrem günstigen, auf dem Somaslaki und dem Pallemtjåkko dagegen extrem ungünstigen edaphischen Verhältnissen zusammenhängt.

III. Die Höhengrenzen der einzelnen Arten

Die auf den verschiedenen Bergen gemessenen Höhengrenzen der einzelnen Pflanzen habe ich in Tab. 2 zusammengestellt. Die Grenzen wurden in den meisten Fällen sowohl beim Aufstieg als auch beim Abstieg gemessen. Die letzteren Werte sind im allgemeinen die besseren.

Ich habe hier nur die Arten aufgenommen, die mindestens etwa bis zur Grenze der unteren alpinen Stufe reichen, und auch von diesen Arten habe ich auf allen Bergen nur die häufigsten messen können. Auf dem Vassåive wurden die Messungen der niedrigeren Stufen wegen Zeitmangels leider sehr unvollständig.

In recht vielen Fällen sind einzelne Werte ganz deutlich zu niedrig; sie sind auf die relative Spärlichkeit der betreffenden Art auf dem betreffenden Berg und die zu einer ganz genauen Untersuchung ungenügende Zeit zurückzuführen; derartige Werte sind in der Tabelle mit 1 bezeichnet. In anderen Fällen dagegen können die Werte als abnorm hoch betrachtet werden; dies gilt vor allem für die mit 2 bezeichneten Arten auf dem Somaslaki, die auf einem sehr früh schneefreien, aber gut bewässerten Felsgesims in der Gletscherkarwand wuchsen, also auf einem in diesen Höhen ungewöhnlich günstigen Standort. Bei den selteneren Arten sind die Werte natürlich vielfach rein zufällig. Bei den häufigsten Arten dagegen ist man ohne Zweifel berechtigt, die gemessenen Werte als einen ziemlich zuverlässigen Ausdruck für ihre klimatische Grenze zu betrachten.

Tab. 2

Die Höhenlagen der höchsten Individuen der verschiedenen hochalpinen Gefässpflanzen auf sechs verschiedenen Bergen in Torne Lappmark.

	Torneträsk-Gebiet				Kebnekaise-Gebiet	
	Vassåive (1531 m)	Somaslaki (1744 m)	Pallem-tjåkko (1759 m)	Nisson-tjårro (1804 m)	Tarfala-tjåkko (1830 m)	Kebnetjåkko (1530 m) (Nach BIRGER 1912)
Alsine biflora	1319					
Antennaria alpina . . .					1280	1341
Calamagrostis lapponica .		1171			1280	
Campanula uniflora . .			1193			1308
Cardamine bellidifolia .	(1531)	1318[1]	1574	1667	1590	(1530)
Carex brunnescens . . .	1319				1150	
„ Lachenalii . . .					1230	
„ misandra			1193			
„ rigida			1193			
„ rupestris			1193		1180	
„ vaginata				1300	1050	
Cassiope hypnoides . .	1526	1318[1]	1457	1420	1500	1474
„ tetragona . . .	1308	1334	1490	1647	1610	
Catabrosa algida	1483			1677		
Cerastium alpinum . . .				1325		
„ arcticum . .	1319	1404[2]	1193		1160	
„ cerastioides .	1319				1200	
Deschampsia alpina . .	1470	1404		1677	1150[1]	
Diapensia lapponica . .		1171		1325	1160	
Draba alpina	1319					
„ nivalis			1193			
Dryas octopetala			1193	1300	1180[1]	1308
Empetrum nigrum . . .		1171	1180		1370	1308
Equisetum arvense . . .			1193		1150	
Eriophorum opacum . .				1371		
Festuca ovina	1526	1404	1442	1678	1200[1]	1355
„ vivipara					1430	
Hierochloe alpina . . .				1371		1341
Juncus trifidus						1330
Luzula confusa	(1531)	1596	1634	1729	1740	(1530)
„ spicata		1137				
„ Wahlenbergii . .				1371		

[1] Abnorm niedrig.

[2] Abnorm günstiger Standort.

Ziffer in Klammer bedeutet, dass die Art auf dem Gipfel vorkommt, dass sie aber ihre klimatische Grenze offenbar noch nicht erreicht hat.

	Torneträsk-Gebiet				Kebnekaise-Gebiet	
	Vassåive (1331)	Somaslaki (1744 m)	Pallem-tjåkko (1759 m)	Nisson-tjårro (1804 m)	Tarfala-tjåkko (1830 m)	Kebnetjåkko (1530 m) (Nach BIRGER 1912)
Lycopodium selago . . .	(1531)	1596	1622	1677	1740	1474[1]
Oxyria digyna	1319	1404[2]	1193	1300	1200	
Pedicularis hirsuta . . .			1247	1371	1200[1]	1308
„ lapponica . .					1280	1341
Phyllodoce cœrulea . .					1330	1308
Poa alpina	1319					
„ „ var. vivipara .	1319			1677	1200[1]	
„ arctica	1319		1678	1677		
Polygonum viviparum .	1319	1234		1371	1200[1]	1308
Potentilla Crantzii . . .					1190	1308
Ranunculus glacialis . .	(1531)	1664	1749	1755	1827	(1530)
„ nivalis . . .			1352	1378	1200[1]	
„ pygmæus . .	1319					1474
Sagina caespitosa . . .	1319					
„ intermedia . . .			1193			
Salix glauca				1325	1150	
„ herbacea (inkl. polaris)	1526	1475	1457	1483	1710	(1530)
Saussurea alpina . . .				1325		(1530)
Saxifraga caespitosa . .		1404	1509	1667		
„ cernua . . .	1319	1404	1193[1]	1677	1180[1]	
„ nivalis		1404	1574			1308
„ oppositifolia .	1319	1404	1314	1677	1140[1]	1100[1]
„ rivularis . . .	1319					
„ stellaris* comosa	1401	1505	1480	1677		
„ tenuis	1319	1404[2]				
Sibbaldia procumbens .					1330	1316
Silene acaulis	1319	1404[2]	1314	1388	1240	1341
Trisetum subspicatum . .	1526				1230	
Vaccinium uliginosum .		1171	1247	1325	1370	1308
„ vitis idæa . .		1185	1193	1325	1370	1355
Woodsia hyperborea . .		1404[2]				

[1] Abnorm niedrig.

[2] Abnorm günstiger Standort.

Ziffer in Klammer bedeutet, dass die Art auf dem Gipfel vorkommt, dass sie aber ihre klimatische Grenze offenbar noch nicht erreicht hat.

Wenn wir von den Arten absehen, die in der oberen alpinen Stufe nur ganz zufällig auftreten und die deshalb nur auf einem oder ganz wenigen von den untersuchten Bergen notiert wurden, finden wir bald, dass die Grenzen im Kebnekaise-Gebiet in den meisten Fällen bedeutend höher liegen als im Torneträsk-Gebiet. Bei den beiden Bergen im Kebnekaise-Gebiet stimmen die Grenzen in den meisten und wichtigsten Fällen recht gut überein, und dies zeigt ja deutlich, dass dieses Steigen der Grenzen nicht zufällig ist. Auf den drei Amphibolitbergen des Torneträsk-Gebiets finden wir im grossen und ganzen ein deutliches Steigen der Grenzen vom Somaslaki bis zum Nissontjårro, d. h. von Westen nach Osten. Diese beiden Erscheinungen stimmen ja mit dem Verhalten der Stufengrenzen gut überein. Auf dem Vassåive liessen sich die Grenzen der am höchsten hinauf reichenden Arten leider nicht feststellen; von den übrigen zeigen zwar einige die erwartete niedrigere Grenze als auf den Amphibolitbergen, andere dagegen unerwartet hohe Grenzen, die nicht selten höher sind als auf dem Somaslaki und dem Pallemtjåkko. Die Ursache liegt in diesen Fällen ganz deutlich in dem auf dem Vassåive viel günstigeren Gesteinsgrund, der viel mehr günstige Standorte in den oberen Stufen schafft (die Blöcke sind hier viel kleiner und Kiesflächen spielen eine viel grössere Rolle). Diese Verhältnisse wirken der Senkung der Grenzen durch das maritimere Klima stark entgegen, und zwar umso mehr, als die edaphischen Verhältnisse auf dem Pallemtjåkko und dem Somaslaki extrem ungünstig sind: auf dem Vassåive können die Arten bis an ihre klimatischen Grenzen heran häufig und verhältnismässig reichlich vorkommen, während sie sich auf den beiden anderen Bergen ihren klimatischen Grenzen nur recht vereinzelt nähern können und in vielen Fällen wohl bedeutend niedriger Halt machen müssen. Die auf dem Somaslaki gemessenen Grenzen von *Cardamine bellidifolia* und *Cassiope hypnoides* z. B. liegen ganz deutlich weit unter den klimatischen; dasselbe gilt von einer Anzahl seltenerer Arten. Von *Salix herbacea* kommen auf dem Vassåive einzelne Kolonien auch oberhalb der *Salix herbacea*-Stufe bis zum Gipfel

vor, während sie auf dem Pallemtjåkko und dem Somaslaki wegen der ungünstigen edaphischen Verhältnisse jedenfalls so selten sind, dass ich sie bei meinen Messungen nicht gefunden habe; daher das Fallen der Grenzwerte vom Vassåive zum Somaslaki und Pallemtjåkko. — Auf dem Nissontjårro sind die edaphischen Verhältnisse viel günstiger als auf dem Pallemtjåkko und dem Somaslaki; das starke Steigen der meisten Grenz-

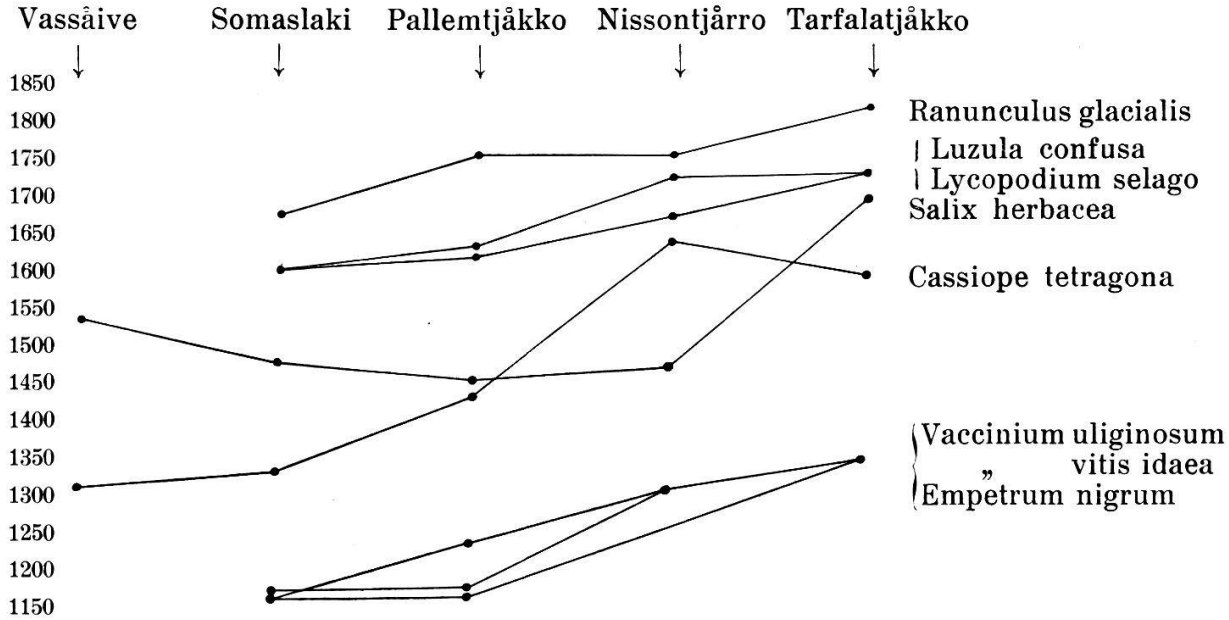

Fig. 2
Graphische Darstellung der Höhengrenzen einiger der häufigsten Hochgebirgspflanzen auf den verschiedenen untersuchten Bergen.

ziffern auf dem Nissontjårro ist deshalb nicht ausschliesslich klimatisch, sondern zu einem nicht geringen Teil edaphisch bedingt. Daher findet man auch in einzelnen Fällen ein geringes Fallen der Grenzziffern vom Nissontjårro zum Tarfalatjåkko, auf dem die edaphischen Verhältnisse in den höchsten Stufen ein wenig ungünstiger sind. *Cardamine bellidifolia* z. B. hat auf dem Nissontjårro ebenso wie mehrere andere Arten auf einem edaphisch sehr günstigen östlichen Gipfel des Berges (1677 m) ein extrem hohes Vorkommen. *Cassiope tetragona* ist auf dem Nissontjårro sehr häufig, auf dem Tarfalatjåkko sehr selten, daher die etwas höhere Grenze auf dem Nissontjårro.

Trotz aller dieser Fehlerquellen zeigt sich aber, wenn man die Höhengrenzen der häu-

figsten Arten graphisch darstellt (Fig. 2), ein sehr deutliches Steigen der Grenzen sowohl von Westen nach Osten als auch vom Torneträsk zum Kebnekaise. Man scheint demnach ruhig annehmen zu können, dass sich diese Grenzen bei einem fortgesetzten Studium als ebenso gesetzmässig erweisen werden wie die bisher studierten Wald- und Baumgrenzen und dass aus einem derartigen Studium ebenso wichtige allgemeine Ergebnisse wie aus den Waldgrenzenstudien zu erwarten sind.

Um den raschen Wechsel des Floracharakters an der Grenze zwischen der oberen und der unteren alpinen Stufe deutlicher darzustellen, habe ich meine Messungen an zwei einzelnen Profillinien auf dem Nissontjårro und dem Pallemtjåkko zusammengestellt (Fig. 3 und 4). Sie zeigen nicht die absoluten Höhengrenzen der Arten auf dem betreffenden Berg, die vielfach bedeutend höher liegen, sondern nur die Grenzen an einem ganz bestimmten Hang des Berges. Beide Profile zeigen sehr schön die Artenarmut der oberen alpinen Stufe und gerade an der Grenze zwischen den beiden Stufen das Auftreten einer Menge von weniger hochalpinen Arten. Diese scharfe Floragrenze ist — wenigstens grossenteils — durch sekundäre Standortsfaktoren bedingt (vergl. Fries 1924 und 1925, Du Rietz 1924 und 1925).

* * *

Es ist sehr interessant, die in Torne Lappmark gefundenen Höhengrenzen mit den aus anderen Gebieten bekannten zu vergleichen. Aus dem nördlichen Norwegen kommen dabei vor allem die von Norman gegebenen Höhenziffern in Betracht. Der höchste von ihm untersuchte Gipfel dürfte der Ruostafjeld in Maalselven (Troms Fylke) sein, auf dessen 1558 m hohem Gipfel er eine bemerkenswert reiche Flora von 37 Gefässpflanzen gefunden hat (Norman 1894—1900, vergl. auch T. Resvoll 1917 p. 22). Hier kommt nicht nur fast die ganze extrem hochalpine Flora meiner Torne Lappmark-Gipfel vor, sondern auch eine Reihe von Arten, die ich in der oberen alpinen Stufe über-

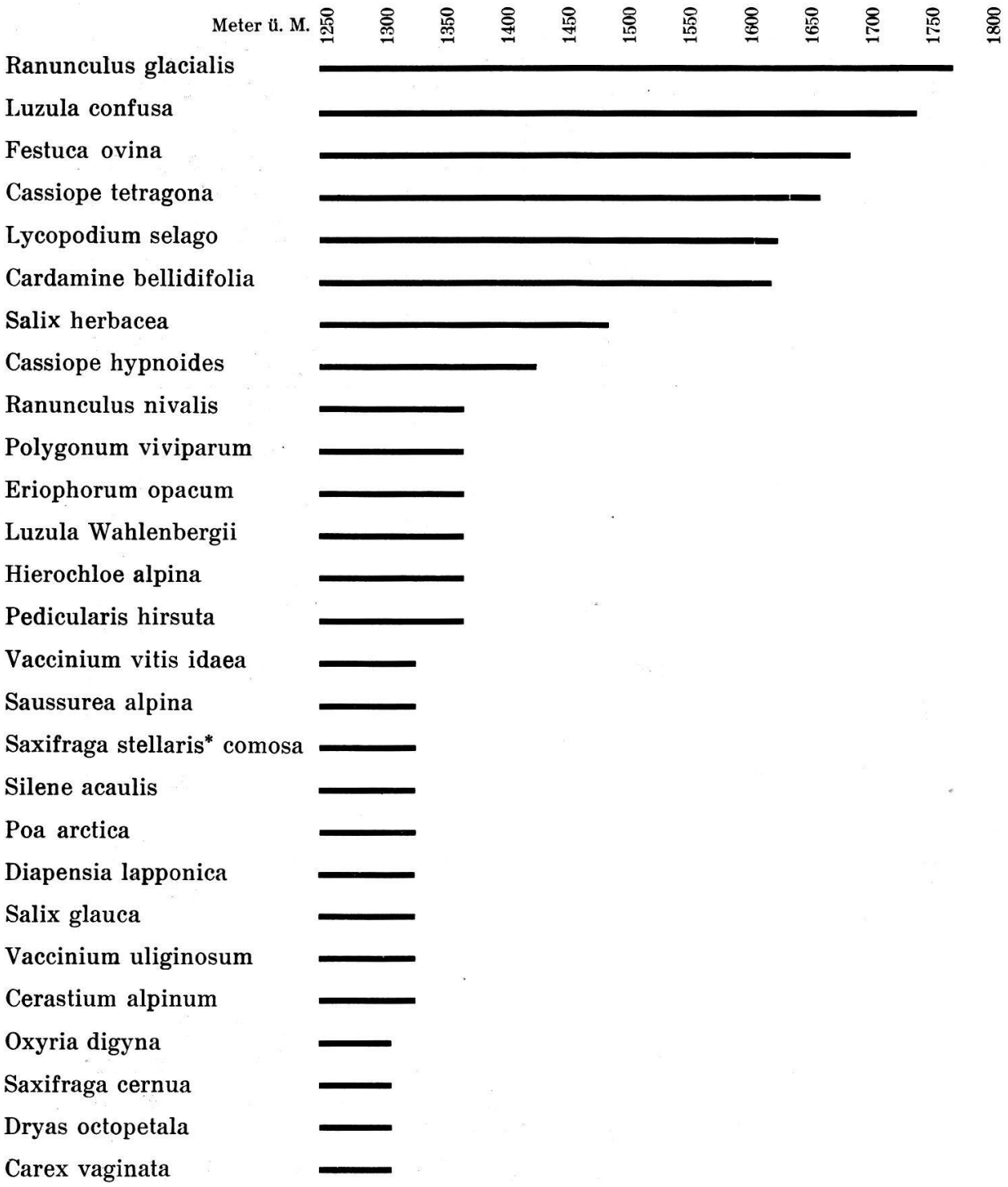

Fig. 3.

Graphische Darstellung der vertikalen Verbreitung der hochalpinen Gefässpflanzen am Westhang des Nissontjårro (gegen den Pallemtjåkko). Die Grenze zwischen der oberen und der unteren alpinen Stufe liegt bei ca. 1300 m.

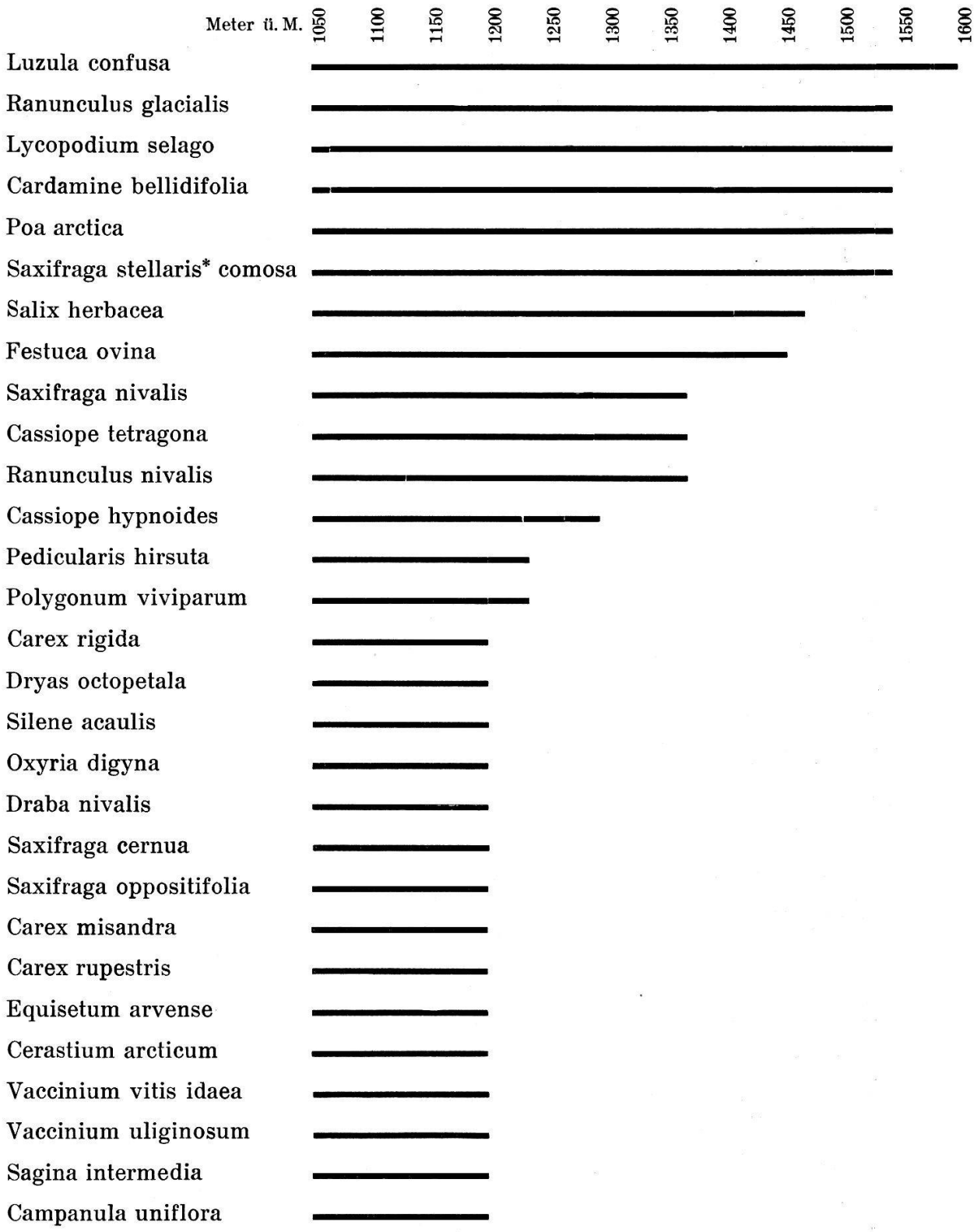

Fig. 4.

Graphische Darstellung der vertikalen Verbreitung der hochalpinen Gefässpflanzen am Osthang des Pallemtjåkko (gegen den Nissontjårro). Die Grenze zwischen der oberen und der unteren alpinen Stufe liegt hier bei ca. 1190-1195 m. (Sie ist ebenso wie die Grenze der am höchsten hinaufreichenden Arten edaphisch herabgedrückt.)

haupt nicht gesehen habe. Meine obigen Ausführungen über die Vassåive-Flora gelten hier in noch höherem Grade. Es ist aber von grosser prinzipieller Bedeutung, zu konstatieren, dass die Arten, die in Torne Lappmark ihre Grenze an oder nahe bei der Grenze zwischen der oberen und der unteren alpinen Stufe haben und bis zu dieser Grenze häufig vorkommen, wie z. B. *Empetrum*, *Vaccinium uliginosum* und *V. vitis idaea*, trotz der edaphisch günstigen Bedingungen des Ruostafjeldes kein Steigen ihrer Grenzen aufweisen, sondern ganz im Gegenteil gerade das nach den Klimaverhältnissen zu erwartende Sinken ihrer Grenze zeigen. NORMAN gibt für die drei erwähnten Arten die Maximalwerte 1118 m, 1099 m und 1158 m an. Viele Arten können infolge mangelnder edaphischer Bedingungen nur sehr selten ihre klimatische Grenze erreichen und die Höhenlagen ihrer höchsten Fundorte sehen deshalb recht unregelmässig aus; die edaphisch weniger spezialisierten und sehr häufigen Arten erreichen aber meistens ihre klimatische Grenze und weisen deshalb einen sehr regelmässigen und vom Klima abhängigen Verlauf ihrer oberen Grenzlinien auf.

In Lule Lappmark scheinen nach den Angaben VESTERGRENS und TENGWALLS die Verhältnisse denjenigen von Torne Lappmark sehr ähnlich zu sein. VESTERGREN gibt nur 4 Arten an, die zwischen 1700 und 1800 m vorkommen können *(Salix herbacea*, *Luzula arcuata* [= *confusa*], *Ranunculus glacialis* und *Lycopodium selago)*. Vom kontinentalen Ostrand des Sarek-Gebietes liegt aber ein Höhenrekord vor, der denjenigen von Torne Lappmark übertrifft: *Ranunculus glacialis* und *Pedicularis hirsuta* sind dort in einer Höhe von »wenigstens 1900 m« angetroffen worden (TENGWALL 1920).

Vom »zentralschwedischen Hochgebirgsgebiet« in Jämtland und Härjedalen hat SMITH (1920) die absoluten Höhengrenzen recht vieler Arten angegeben. Für *Empetrum*, *Vaccinium uliginosum* und *Vaccinium vitis idaea* gibt er die Grenzwerte 1600 m, 1550 m und 1500 m an; dies stellt ja gegenüber Torne

Lappmark eine bedeutende Erhöhung dar. Für *Salix herbacea* und *Ranunculus glacialis* dagegen gibt er nur 1600 m, resp. 1600—1700 m an, für *Lycopodium selago* 1750 m. Diese unerwartet niedrigen Werte dürften mit dem edaphisch sehr ungünstigen Charakter der höchsten Gipfel des Gebietes und der verhältnismässig geringen Massenerhebung zusammenhängen. Die meisten von den nicht sehr extrem hochalpinen Arten zeigen aber bedeutend höhere Grenzen als in Torne Lappmark.

Vom kontinentalen Südnorwegen liegen eine Reihe von Angaben vor, die alle bedeutend höhere Werte für alle Grenzen ergeben. Auf dem Tronfjeld in Hedemarken hat mein Bruder, stud. CARL DU RIETZ, noch bei 1600 m u. a. *Empetrum* und *Sibbaldia* gefunden. Auf dem Gipfel des Nordre Knutshö in Dovre (1700 m) hat T. RESVOLL (1917 p. 23) eine recht reiche Flora notiert und noch auf dem Gipfel vom Nystuhö (1725 m) hat sie u. a. *Salix herbacea* gefunden. Bei Finse hat SAMUELSSON (1916 p. 85) noch bei 1760 m u. a. *Salix herbacea*, *Luzula confusa* und *Sibbaldia* gefunden. Auf dem Langeskavlen im südlichen Jotunheimen hat mein Vater, Ingenieur HJALMAR DU RIETZ, bei 1840 m *Salix herbacea* und *Cardamine bellidifolia* notiert; dies dürfte wohl für diese beiden Arten der skandinavische Höhenrekord sein. Den absoluten Höhenrekord für Gefässpflanzen in Skandinavien setzt aber — ebenso wie in den Alpen — *Ranunculus glacialis*, der in Jotunheimen noch in einer Höhe von 2300 m angetroffen worden ist (vergl. T. RESVOLL 1917 p. 24).

Upsala, Pflanzenbiologisches Institut, Januar 1925.

Angeführte Literatur

BIRGER S., Kebnekaisetraktens flora. — Sv. Bot. Tidskr., 6. Stockholm 1912.

BRAUN J., Die Vegetationsverhältnisse der Schneestufe in den Rätisch-Lepontischen Alpen. — Denkschr. Schweiz. Naturf. Gesellsch., 48. Zürich 1913.

DU RIETZ G. E., Studien über die Vegetation der Alpen, mit derjenigen Skandinaviens verglichen. — Veröff. Geobot. Inst. RÜBEL, 1. Zürich 1924.

— Gotländische Vegetationsstudien. — Sv. Växtsoc. Sällsk. Handl., 2. Upsala 1925.

ENQUIST FR., Der Einfluss des Windes auf die Verteilung der Gletscher. — Bull. Geol. Inst. Ups., 14. Akad. Abhandl. Upsala 1916.

FRIES TH. C. E., Botanische Untersuchungen im nördlichsten Schweden. Ein Beitrag zur Kenntnis der alpinen und subalpinen Vegetation in Torne Lappmark. — Vetensk. och prakt. unders. i Lappland anordn. av Luossavaara-Kiirunavaara A.-B. Flora och Fauna 2. Upsala 1913. (Akad. Abhandl.)

— Ueber die regionale Gliederung der alpinen Vegetation der fennoskandischen Hochgebirge. — Ibid. 4. Upsala 1917.

— Floran inom Abisko nationalpark. — Ark. f. bot., 16:4. Stockholm 1919.

— De afrikanska Senecio-skogarnas floristiska sammansättning. — Sv. Bot. Tidskr., 18. Stockholm 1924.

— Ueber primäre und sekundäre Standortsfaktoren. — Ibid, 19. Stockholm 1925.

HEER O., Ueber die nivale Flora der Schweiz. Denkschr. d. schweiz. Gesellsch. f. die gesamten Naturwissenschaften, 29. 1884.

HEINTZE A., Växttopografiska undersökningar i Åsele Lappmarks fjälltrakter. — Ark f. Bot., 12 : 11 und 13 : 5. Upsala och Stockholm 1913.

NILSSON(-KAJANUS) B., Die Flechtenvegetation des Sarekgebirges. — Naturwiss. Unters. des Sarekgebirges in Schwed.-Lappland, geleitet von Dr. A. HAMBERG. Bd. III. Stockholm 1907.

NORMAN J. M., Norges arktiske Flora. Kristiania 1894—1901.

RESVOLL T., Om planter som passer til kort og kold sommer. — Arch. f. Mathematik og Naturvidensk., B : 35 : 6. Kristiania 1917.

SAMUELSSON G., Studien über die Vegetation bei Finse im inneren Hardanger, — Nyt Mag. f. Naturvidensk., 55. Kristiania 1916.

— Studien über die Vegetation der Hochgebirgsgegenden von Dalarna. — Nova acta reg. soc. scient. Ups., 4 : 4 : 8. Upsala 1917.

SCHRÖTER C., Das Pflanzenleben der Alpen. Zürich 1904—1908.

— Do. 2. Auflage. Zürich 1923—1925.

SMITH H., Vegetationen och dess utvecklingshistoria i det centralsvenska högfjällsområdet. Norrländskt Handbibliotek, 9. Upsala 1920 (Akad. Abhandl.)

TENGWALL T. Å., Die Vegetation des Sarekgebietes. I. — Naturwiss. Unters. des Sarekgebirges in Schwed.-Lappland, geleitet von Dr. A. HAMBERG, 3 : 4. Stockholm 1920 (Akad. Abhandl.)

VESTERGREN T., Om den olikformiga snöbetäckningens inflytande på vegetationen i Sarekfjällen. — Bot. Not. 1902. Lund 1902.

WAHLENBERG G., Flora Lapponica. — Berolini 1812.