

Die Pflanzenwelt des hohen Nordens in ihren Beziehungen zu Klima und Bodenbeschaffenheit

Autor(en): **Rikli, M.**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Jahrbuch der St. Gallischen Naturwissenschaftlichen Gesellschaft**

Band (Jahr): **43 (1901-1902)**

PDF erstellt am: **04.07.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-834977>

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.

IX.

Die Pflanzenwelt des hohen Nordens in ihren Beziehungen zu Klima und Bodenbeschaffenheit.

Von

Dr. M. Rikli, Zürich.

Nach einem am 17. Januar 1903 vor der st. gallischen
Naturwissenschaftl. Gesellschaft gehaltenen Vortrag.*)

Vor kaum drei Dezennien, in der ersten Hälfte der siebziger Jahre, wurden alle Eigentümlichkeiten der arktischen Flora auf den Einfluss der grossen Kälte zurückgeführt. Der Hauptvertreter dieser Richtung war der hochverdiente Pflanzengeograph und Direktor des botanischen Gartens in Göttingen, *A. Grisebach*. In seiner „Vegetation der Erde“ findet sich folgende für die damalige Auffassung bezeichnende Stelle¹⁾: „Die auf das „Äusserste getriebene Benutzung der Sonnenwärme und „der Schutz gegen Kälte²⁾ sind so sehr die überwiegen- „den Momente unter den Lebensbedingungen der ark- „tischen Flora, dass alle übrigen, Feuchtigkeit, bereite „Nahrungsstoffe, angemessene physikalische Beschaffenheit „des Erdreichs, dagegen kaum in Frage kommen. Nir- „gends fehlt es an Wasser²⁾, wo die Sonne beständig „die Vorräte des Winters zu schmelzen hat und die raschen „Sprünge der Luftwärme den Niederschlag befördern.“

*) Erweiterte Wiedergabe eines akademischen Rathaus-Vortrages in Zürich (am 6. Februar 1902).

¹⁾ *A. Grisebach*. Die Vegetation der Erde I, pag. 34 (1872).

²⁾ Vom Autor gesperrt.

Diese Auffassung *Grisebachs* ist jedoch nicht gerechtfertigt. Die Resultate der 12 internationalen meteorologisch-arktischen Stationen, die mit den besten Instrumenten ausgestattet, in den Jahren 1882/83 errichtet und nach einheitlichen Gesichtspunkten geleitet wurden, haben uns ein klimatisches Bild der Arktis geliefert, das wesentlich von der Grisebach'schen Schilderung abweicht.³⁾

Da der Mensch die ausserordentlich niederen Temperaturen des hohen Nordens nur bei luftdichtester Bedeckung zu ertragen vermag, dachte man sich auch die arktische Vegetation als eine in hohem Masse an Kälte angepasste Pflanzenwelt. Weder der morphologische, noch auch der anatomische Bau der Polarpflanzen lassen aber diese Auffassung als berechtigt erscheinen.

Bei unbefangener Beobachtung müssen wir vielmehr zugeben, dass sehr viele arktische Pflanzen, ohne jegliche in die Augen fallenden Schutzmittel, Monate lang den grössten Kältegraden ausgesetzt sind.

³⁾ Diese 12, von 9 Kulturstaaten der Alten und Neuen Welt ausgerüsteten und zum Teil noch im Betrieb stehenden internationalen Stationen sind nach der Nordpolarkarte von *V. v. Haardt* im Massstab 1 : 5,000,000:

Alten (Bossekop), südl. von Hammerfest (Norwegen)	69° 57'	n. Br.
Sodankylá, Finnisch-Lappland (Finnland)	67° 27'	„ „
Malija-Karmakulij, Ostküste der Südinsele von Nowaja-Semlja (Russland)	72° 23'	„ „
Dicksonshafen, Mündung des Jenissei (Russland)	73° 30'	„ „
Sagastyr, Mündungsdelta der Lena (Russland)	73° 22'	„ „
Pt. Barrow, Nordspitze von Alaska (Union)	71° 21'	„ „
Fort Raë am Sklavensee (England)	62° 39'	„ „
Kingawa, Ostküste des Baffinland (Deutschland)	66° 36'	„ „
Godthaab, Dänisch-Grönland (Dänemark)	64° 11'	„ „
Fort Conger an der Lady-Franklin-Bai (Union)	81° 44'	„ „
Cap Thorsen am Eisfjord, Spitzbergen (Schweden)	78° 28'	„ „
Jan-Mayen (Österreich)	71°	„ „

Ferner *J. Hann*, Handbuch der Klimatologie, ed. II, Band III, pag. 542 (1897).

Von besonderer Bedeutung für die Frage des Kälteschutzes der arktischen Flora ist die klassische Beobachtung von *R. Kjellman* an *Cochlearia fenestrata* bei Pitlekaj auf der Tschuktschenhalbinsel, der Überwinterungsstation der Vegaexpedition unter *E. v. Nordenskiöld* 1878/79 geworden. Kjellman schreibt: „Es gibt wenige Gegenden auf der Erde, welche ein so strenges Klima besitzen, wie die Stelle, an welcher die Vega-Expedition überwinterte. Die Kälte war sehr anhaltend und ging auf mehr als 46° C herab. Das fragliche Exemplar von *Cochlearia fenestrata* wuchs auf dem Gipfel eines ziemlich hohen Sandhügels bei Pitlekaj, dem beständigen und scharfen Nord- und Nordostwind ausgesetzt. Es hatte seine Blüte im Sommer 1878 begonnen, dieselbe aber, als der Winter kam und seiner Entwicklung ein Ende bereitete, noch lange nicht abgeschlossen. Das florale System enthielt daher Blütenknospen in verschiedenen Entwicklungsstadien, neuerdings geöffnete Blüten, verblühte Blüten und mehr oder weniger reife Früchte. Von den Rosettenblättern fanden sich nur unbedeutende, zusammengeschrumpfte Reste, aber die oberen Blätter waren frisch und lebenskräftig. In diesem Zustand wurde die Pflanze vom harten Winter betroffen und seiner ganzen Strenge ausgesetzt.⁴⁾ Man möchte nun wohl glauben, dass sie vernichtet werden musste. Dies war aber nicht der Fall. Als der Sommer 1879 kam, setzte die Pflanze ihre Ausbildung von da an fort, wo sie zu Anfang des Winters unterbrochen worden war⁴⁾; die Blütenknospen schlugen aus und aus den Blattachsen der obern Stengelblätter schossen neue frische Blütenstände hervor.“⁵⁾

⁴⁾ Vom Verfasser gesperrt.

⁵⁾ *R. Kjellman*. Aus dem Leben der Polarpflanzen:

Eine vergleichende Untersuchung der arktischen Pflanzen auf ihre Anpassungserscheinungen an die niederen winterlichen Minima hat ein durchaus negatives Resultat ergeben.

Der Knospenschutz fehlt oft oder ist doch jedenfalls nicht besser ausgebildet als bei der grossen Masse der mitteleuropäischen Pflanzenwelt.

Dichte Behaarung, die auch vielfach als Kälteschutz gedeutet wird, ist innerhalb der arktischen Flora geradezu eine Seltenheit, dagegen gibt es sehr viele Arten, denen jegliche Behaarung fehlt.⁶⁾

Auch das Überwiegen oberirdischer Organe, welche spalierartig dem Boden angepresst, in allererster Linie die niederen winterlichen Minima und zeitweise auch

Nordenskiöld, Studien und Forschungen, veranlasst durch meine Reise im hohen Norden. Leipzig, 1885; auch in *W. Schimper*, Pflanzengeographie (1898), pag. 43, mit der Wiedergabe der Abbildung der Originalpflanze Kjellmans (Fig. 37). Diese Beobachtung Kjellmans ist wohl der einzige in der Literatur bekannt gewordene Fall, dass eine in voller Anthese befindliche, krautartige Pflanze überwintert, um nach Schluss des Winters den unterbrochenen Lebenscyklus wieder fortzusetzen. Die Überwinterungsweise unserer Hochgebirgsflora ist ein noch sehr dürftig bearbeitetes Gebiet der Biologie der Alpenflora. Die Anregung Kjellmans, sowie der in den letzten Jahren rasch gewaltige Dimensionen angenommene alpine Skisport und die winterlichen Hochgebirgstouren werden uns hoffentlich bald die nötigen Bausteine zu einer Winterbiologie der Alpenpflanzen liefern.

⁶⁾ Mehr oder weniger stark behaarte Arten finden sich besonders unter den Gattungen *Potentilla*, *Draba* und *Salix*, wie z. B. *Potentilla pulchella*, *P. nivea* v. *multiflora* Lehm; *Draba hirta* L., *D. artica* R. Br., *altaica* Bunge, *nivalis* Lilj, ferner unter den *Salices*, *S. Lapponum* und *lanatum*, auch *Eritrichium villosum*, *Papaver nudicaule* sind reichlicher behaart. Eigentliche Filzpflanzen, wie sie in der höheren Alpenregion (*Androsace imbricata*, *Leontopodium*, *Antennarien*, *Artemisia spicata*, *Senecio uniflorus*, *carniolicus*) oder im Mittelmeergebiet (*Labiaten*, *Artemisien*, *Helichrysen* etc.)

raschem Temperaturwechsel ausgesetzt sind, wäre noch hervorzuheben.

Als all diese, als Anpassungserscheinungen an niedere Temperaturen gedeuteten Merkmale versagten, wies man immer noch auf den Schneeschutz hin. Die arktische Flora, welche selten über Spannhöhe erreicht, sollte im Polarwinter unter einer mächtigen Schneedecke begraben, vollständig gegen die Kälte geschützt sein.

Werfen wir, um diesen Einwand auf seine Berechtigung zu prüfen, einen Blick auf die Niederschlags- und Schneeverhältnisse der Polargebiete. Die jährliche Niederschlagsmenge nimmt in der Arktis von Süden nach Norden stetig ab. Die Beobachtungen an der Westküste Grönlands, wo wir von mehreren Stationen über die Resultate einer kontinuierlichen, langjährigen Beobachtungsreihe verfügen, sind in dieser Hinsicht besonders lehrreich.⁷⁾

Nord	Fort Conger	81° 44' n. Br. =	10,0 ^{8a)}	} jährliche Nieder- schlags- menge in cm
↑	Upervik	72° 47' " "	= 21,4	
	Jakobshavn	69° 13' " "	= 21,7	
↓	Godthaab	64° 11' " "	= 65,4 ^{8b)}	
Süd	Ivigut	61° 12' " "	= 124,1	

verbreitet sind, scheinen im Gebiet der Arktotundra ganz zu fehlen. Mehrere Arten sind jedoch auch durch behaarte Varietäten vertreten, so *Cerastium alpinum* α) *lanatum*; *Alsine verna* v. *hirta*; *Vaccinium uliginosum* v. *pubescens*, *Armeria vulgaris* v. *pubescens*. Demgegenüber ist, ganz abgesehen von den kleinen, immergrünen Hartlaubgewächsen der Zwergstrauchheide, die Zahl der Arten ohne jegliche Behaarung sehr gross; speziell die so überaus widerstandsfähigen Cochlearien sind völlig kahl. Wir werden wohl nicht fehl gehen, wenn wir die Zahl vollständig kahler arktischer Pflanzen auf ca. 95% des gesamten Florenbestandes der Arktis schätzen.

⁷⁾ *Hann*, l. c. Bd. III, pag. 534.

^{8a)} *Schimper*, l. c. p. 702. ^{8b)} Nach *Schimper* für 1882/83 = 83,5 cm.

Da St. Gallen 130 cm⁹⁾ jährliche Niederschlagsmenge hat, so würde die nördlichste Station Fort Conger erst in dreizehn Jahren so viel Niederschläge erreichen als St. Gallen in einem Jahre.

Besonders im Polarwinter sind die Niederschläge ausserordentlich gering. *Hann* sagt: „Heiterer Winterhimmel und Schneearmut¹⁰⁾ sind sowohl für das asiatische wie auch das amerikanische Polargebiet bezeichnend.“¹¹⁾ Die Mächtigkeit der Schneedecke ist in freien, offenen Lagen, auf der Tundra, am Ende der Winterszeit nirgends bedeutend; so war im Winterhafen der Melville-Insel die Schneedecke Ende Januar nur 2,5—5 cm hoch, von Mitte Oktober an fiel der Schnee nur in Form feinsten Eisnadeln. Gewöhnlich bringt der Schluss der langen Polarnacht (Februar, März) und das Ende der Vegetationsperiode (Ende Juli bis Mitte September) die grösste Niederschlagsmenge; diese erfolgt somit gleichzeitig mit den grössten täglichen Temperaturschwankungen der intensivsten Entfaltung der Polarlichter und dem Vorherrschen der heftigen Winde.

Der Schnee ist übrigens in der Arktis äusserst ungleichmässig verteilt. In allen Vertiefungen, Schluchten, Bachtälern, Mulden, vor steilen Halden können sich oft fast unglaubliche Schneemassen ansammeln, indessen die Plateaus, die ebenen Flächen, die Hügel und Gräte oft nackt oder nur mit einer äusserst spärlichen Schneedecke bedeckt sind. Die Ursache dieser ungleichen Verteilung

⁹⁾ *R. Billwiler*. Die geographische und jahreszeitliche Verteilung der Regenmengen in der Schweiz (mit Karte). Schweiz. Zeitschrift für Forstwesen. Jahrgang 1897, Heft 6 und 7.

¹⁰⁾ Vom Verfasser gesperrt.

¹¹⁾ *Hann*, l. c. Bd. III, pag. 476.

der Schneedecke sind die fürchterlichen Schneestürme, die **Burane**, von denen uns *Middendorff* in seinem grossen Reisewerk eine anschauliche Schilderung entwirft.¹²⁾

„Der Buran ist eine Eigentümlichkeit der waldlosen Flächen und der Tundren jenseits der klimatischen Waldgrenze. Wer es nicht selbst erlebt hat, hat keinen Begriff von der unwiderstehlichen Gewalt, mit welcher der Sturmwind in seiner äussersten Wut über diese waldlosen nordischen Ebenen als Orkan dahinrast; mit grösster Anstrengung vermag man sich kaum auf den Beinen zu erhalten; statt von Luft wird man von Schneeteilchen umwirbelt, welche aus allen möglichen Richtungen entgegengestieben; der Ausdruck, dass man die Hand nicht vor den Augen sieht, ist viel zu schwach, denn das Peitschen der Schneeteile gestattet nicht, die Augen zu öffnen; ja, man kämpft bisweilen mit der Furcht, zu ersticken, da der wütende Luftbrei das Atmen bedrängt. Es sind Schneewirbelstürme, deren Gewalt sich in einzelnen Fällen bis zur Erzeugung von wahren Schneehosen steigert.“

*Alexander v. Bunge*¹³⁾ schildert dieselbe Erscheinung von Spitzbergen: „So furchtbar auch die Stürme Sibiriens sind, so stehen sie an Heftigkeit den Stürmen auf Spitzbergen bei weitem nach. Häufig herrschte der Sturm bereits einige Zeit auf dem Sunde, bevor er bei uns anhub; meist aber begann er, ohne vorherige Warnung des Barometers, mit einigen heftigen Windstössen aus ver-

¹²⁾ *Th. v. Middendorff*. Reise in den äussersten Norden und Osten Sibiriens. Bd. IV. Übersicht der Natur Nord- und Ost-Sibiriens. T. I, pag. 389 (1867).

¹³⁾ *Alex. v. Bunge*. Die Polarforschung und die schwedisch-russische Gradmessungs-Expedition nach Spitzbergen 1899 bis 1901. Velhagen & Klasings Monatshefte. 1902. Bd. XVI, Heft 8, pag. 164—179.

schiedenen Richtungen, um dann in eine konstante Richtung, meist Nordost, bei beständig wachsender Heftigkeit überzugehen. Die ganze Luft füllt sich mit feinem Schneestaub, ein schreckliches Brausen und Tosen erfüllt die Luft. Das ganze Haus dröhnt und zittert. Alles, was nicht niet- und nagelfest ist, fliegt davon, Fässer, Kisten, Bretter. So dauert das zwei, drei, vier, ja einmal sogar sechs Tage hintereinander an.“ So kommt es, dass die Vegetation der Arktis ohne jeglichen Schneeschutz oft wochen- und monatelang der grössten Kälte und der austrocknenden Windwirkung ausgesetzt ist. Wenn die Pflanzen trotzdem nicht zu Grunde gehen, ja selbst, wie das Beispiel von *Cochlearia fenestrata* lehrt, als ganze Pflanze, ohne Schaden zu nehmen, den Polarwinter zu überdauern vermögen, um im folgenden Jahr die Entwicklung an dem Punkt wieder aufzunehmen und fortzusetzen, wo sie in der vorhergehenden Vegetationsperiode unterbrochen wurde, so werden wir wohl annehmen müssen, dass die Schutzmittel der arktischen Flora gegen Kälte nur **in der molekularen Struktur des Protoplasmas**¹⁴⁾ zu suchen sind. Das Protoplasma dieser Pflanzen ist offenbar unempfindlicher, als bei den Vertretern unserer mitteleuro-

¹⁴⁾ Wenn wir auch zugeben müssen, dass mit dieser Erklärung die hochwichtige Frage noch keineswegs gelöst ist, sondern dadurch nur die Richtung, in der die weitere Erforschung einzusetzen hat, angedeutet wird, so könnten vielleicht doch zwei Vorgänge mit zur Abklärung beitragen: einerseits dürfte die Umwandlung von Reservestoffen in Zucker und dadurch ein Herabsetzen des Gefrierpunktes in Betracht kommen, und andererseits wäre vom chemischen Standpunkt die Möglichkeit nicht ganz von der Hand zu weisen, dass die aktiven Eiweisse des Protoplasmas sich mit dem in den Zellen vorhandenen Wasser chemisch als Kristall- oder Konstitutionswasser verbinden, so dass das gebundene Wasser nun einen ganz andern Charakter erhält.

päischen Flora; eine solche **Unempfindlichkeit des Protoplasmas** macht natürlich als durchschlagendstes und vollkommenstes Schutzmittel allen weiteren Schutz gegen Kälte vollständig überflüssig.

Wie wir bereits kennen gelernt haben, sagt *Grisebach*: „Nirgends fehlt es an Wasser, wo die Sonne beständig die Vorräte des Winters zu schmelzen hat und die raschen Sprünge der Luftwärme die Niederschläge befördern.“ Dass die Arktis durchaus nicht unter einem Überfluss von Niederschlägen zu leiden hat, haben wir bereits gesehen, und dass es nirgends an Feuchtigkeit fehlt, das kann der Botaniker bei Betrachtung des ausgesprochen xerophytischen Gesamtcharakters der arktischen Pflanzenwelt auch nicht wohl glauben; denn die arktische Flora trägt, wie die Vegetation der Felsen, der Steppen und Wüsten in hohem Grad den Stempel des Transpirationsschutzes, d. h. die ganze Organisation dieser Pflanzenwelt lässt darauf schliessen, dass dieselbe mit dem ihr zur Verfügung stehenden Betriebswasser sehr haushälterisch verfahren muss.

Manche Momente wirken in dieser Richtung; teils sind es Faktoren, welche die Wasseraufnahme erschweren, teils wieder Verhältnisse, welche die Verdunstung beschleunigen.

I. Faktoren, welche die Wasseraufnahme erschweren.

Der weitaus wichtigste, die Wasseraufnahme beeinträchtigende Faktor ist die **niedere Bodentemperatur**. Infolge des hart gefrorenen Bodens ist die Wasserzufuhr aus der Erde jährlich während acht bis zehn Monaten nahezu verunmöglicht; es muss also dafür gesorgt werden, dass in dieser Zeit möglichst wenig Feuchtigkeit durch Verdunstung der oberirdischen Organe verloren geht.

Im Sommer ist zwar der Boden oberflächlich aufgetaut, doch ist das Bodenwasser wegen der Nähe des Bodeneises meist von recht niedriger Temperatur. Durch niedere Bodentemperaturen wird aber der Transpirationsstrom der Pflanzen merklich verlangsamt und die Wasseraufnahme bedeutend erschwert. Die Versuche, welche in dieser Hinsicht von *Sachs*¹⁵⁾, später auch von *J. Vesque*, *Kohl* und anderen Autoren gemacht wurden, zeigen alle auf das überzeugendste die Abhängigkeit der Wasseraufnahme von der Temperatur des Wassers. *Sachs* veranstaltete bereits 1859 mit Tabak, Kürbis und Kohlarten die ersten Experimente; die Versuchspflanzen begannen zu welken, als der wasserreiche Boden auf $+4^{\circ}$ bis $+2^{\circ}$ C abgekühlt wurde. Die Erwärmung der Blumentöpfe genügte, um die Wasseraufnahme wieder so weit zu steigern, dass die welken Blätter wieder turgescens wurden.

Sehr anschaulich schildert *Kihlmann*¹⁶⁾ die Wirkung einer solchen Abkühlung auf die Vegetation infolge eines Gewitters (Ende Mai 1890) in Helsingfors, der Hauptstadt Finnlands. „Nach mehrwöchentlicher Trockenheit fiel am 22. und 23. Mai etwas Regen (1,4 mm), die gleichzeitig herrschende hohe Temperatur hatte die Bäume zur frühzeitigen Laubentfaltung verlockt. Am 25. Mai nachmittags änderte sich die Windrichtung auf O und steigerte sich bald zur Heftigkeit eines Orkans. Während des Unwetters fiel die Temperatur nur auf $2, 1^{\circ}$ C; durch den massenhaft herab-

¹⁵⁾ *Sachs*, in: „Landwirtschaftliche Versuchsstationen“ 1879, Bd. I, pag. 238, und Vorlesungen über Pflanzenphysiologie, ed. II (1887), pag. 243.

¹⁶⁾ *Kihlmann*, Pflanzenbiologische Studien aus Russisch-Lappland, in: Acta Societatis pro fauna et flora fennica, T. VI, Nr. 3, pag. 94 ff. (1890). [Abgekürztes Zitat.]

strömenden Regen (48,7 mm) wurde der Boden fast auf den Nullpunkt abgekühlt.

Alle Waldbäume, die an nicht genügend geschützten Stellen wuchsen, waren zum grossen Teil entlaubt. Am meisten befremdend war aber, dass sämtliche Blätter, die noch vom Wasser förmlich triefen, schlaff und welk herabhängen. Die Kronen der exponierten Bäume hatten ganz das Aussehen, als wären sie abgeschlagen worden und hätten dann mehrere Stunden in brennender Sonnenhitze gestanden. Die mechanische Wirkung des Windes erfolgte erst, nachdem die Blätter durch das Welken den Turgor verloren hatten. Die meisten Blätter konnten sich nicht mehr erholen; es traten an ihnen vielmehr bald zahlreiche braune Flecken auf. Die Braunfärbung begann gleichzeitig an unzähligen naheliegenden, aber doch isolierten Stellen und zwar immer in der Mitte der Alveolen, d. h. an den Stellen, welche am weitesten von den leitenden Bahnen entfernt waren. Es kann sich demnach nur um eine Erscheinung des Austrocknens handeln.“

Im April 1899 hatte ich in Basel Gelegenheit, an einer jungen Rosskastanie eine ähnliche Beobachtung zu machen. Kaum belaubt, tritt ein Temperaturrückschlag mit anhaltend kaltem Regen ein. Die Blätter werden schlaff und welk, selbst einige Blattstiele beginnen eine hängende Stellung einzunehmen; sobald aber wieder wärmeres Wetter kam, nahm das Laubwerk wieder das normale Aussehen an. Die Rosskastanie, ein Baum der südlichen Balkanhalbinsel, zeigte sich viel empfindlicher als unsere einheimischen Baumarten, an denen dieser Temperaturrückschlag keine so augenfällige Veränderung bewirkte.

Solche plötzliche Temperaturrückfälle, verbunden mit

Schneefall und eiskaltem Regen, können aber in der Arktis das Pflanzenleben auch selbst während der kurzen Vegetationsperiode jederzeit überraschen; diese Verhältnisse in Verbindung mit der austrocknenden Windwirkung bedingen wohl hauptsächlich das ausserordentlich xerophile Gepräge der arktischen Flora; alle andern Faktoren sind dagegen nur mehr von sekundärer oder lokaler Bedeutung.

II. Faktoren, welche die Transpiration beschleunigen.

Unter diesen Faktoren kommen natürlich in allererster Linie die bereits erwähnten heftigen Winde bei gleichzeitigem Niederschlagsmangel in Betracht. Aber auch die herrschende Trockenheit der Luft wird die Verdunstungsgefahr erhöhen. *Payer* und *Weyprecht* berichten^{16a)}, dass das schlimmste Leiden winterlicher Schlittenreisen im hohen Norden der Durst ist, der nur schwer befriedigt werden kann. Sobald aber die Sonne wieder erscheint und den Schnee feucht macht, verschwindet das peinigende Durstgefühl augenblicklich. Die andauernde Beleuchtung im Polarsommer und oft auch die recht bedeutenden lokalen Erwärmungen^{16b)} vermehren ebenfalls die Verdunstung.

Wenn man bei Beurteilung der **Wärmequellen**, welche der arktischen Pflanzenwelt zur Verfügung stehen, nur die Lufttemperatur berücksichtigen wollte, so würde sich daraus ein ganz falsches Bild ergeben.

Eine ganz hervorragende Wärmequelle ist die direkte Sonnenstrahlung und das Wärmeabsorptionsvermögen dunkler Körper. Schon *Middendorff* sagt: „Auf unmittelbar von der Sonne beschienenem Boden sah

^{16a)} *Hann*, l. c. Bd. III, pag. 475.

^{16b)} Siehe pag. 427.

ich wiederholt das Thermometer zu Anfang August bis über 30° C steigen, so dass es wohl den dreifachen Betrag der Lufttemperatur erreichen mochte.“

In der Assistance-Bucht¹⁷⁾, unter $74^{\circ} 30'$ n. Br., beobachtete man schon im März bei einer Lufttemperatur von -31° bis -33° C den Schnee im Schmelzen, wo er über Steinen oder in der Nähe der dunklen Schiffskörper lag. Von besonderer Bedeutung sind aber vor allem die genauen Beobachtungen von *Kjellman* und *Kihlman*.

Kjellman^{17a)} machte auf dem Sandstrande von Pitlekaj, am 8. Juli 1879 vormittags 10 Uhr, folgende lehrreiche Versuche über gleichzeitige Luft- und Bodentemperaturen:

Lufttemperatur 1 m über dem Boden	=	+ 6,8 ^o C
„ an der Erdoberfläche	=	+ 14,5 ^o C
Bodentemperatur in 10 cm Tiefe	=	+ 23^o C
„ in 15 cm Tiefe	=	+ 17 ^o C

Kihlmans^{17b)} Beobachtungen in Woroninsk und Orlow auf Kola bestätigten diese Ergebnisse vollständig. Dieser Forscher konstatierte einen durchschnittlichen Unterschied von $8-10^{\circ}$ C zwischen der schnell erwärmten Oberfläche und den 2 m höheren Luftschichten. Dieser Betrag kann sich aber noch ganz bedeutend steigern. Am 29. Juni wurde bei Woroninsk eine Differenz von $18,7^{\circ}$ C festgestellt.

Solche lokale Erwärmungen verursachen oft auch in der Pflanzenwelt ganz aussergewöhnliche Erscheinungen; auf sie ist einerseits die überaus grosse Ungleichheit in der Entwicklung einer und derselben Pflanzenart und die von Polarfahrern öfters erwähnte Tatsache blühender Pflanzen mitten im Polarwinter zurückzuführen.

¹⁷⁾ *Hann*, l. c. III., pag. 472.

^{17a)} In *Schimper*, Pflanzengeographie (1898), p. 699. ^{17b)} l. c. p. 30/31.

Die enorme Bedeutung der schnellen Erwärmung der obersten Bodenschichten für das Pflanzenleben in hohen Breiten wurde bereits von *Carl Ernst v. Bär* erkannt. „In den unwirtlichen Einöden der nordischen Tundren können oft nur diejenigen Sprosse und Wurzeln, welche sich der Oberfläche hart anschmiegen, ihre Vegetationszeit auf das nötige Mass ausdehnen und die Temperaturschwelle der verschiedenen Entwicklungsphasen rechtzeitig überschreiten.“

Die Feuchtigkeit oder Trockenheit des Bodens spielt bei der Entwicklungsfähigkeit der Flora in diesen Zonen eine enorme Rolle. Wir erinnern nur an die meist mehr oder weniger feuchten Tundren einerseits und andererseits an die trockenen, geneigten Flächen in den Flusstälern oder im Hintergrund der Fjorde, die mit ihrem bunten Flor nicht selten an einen gut gepflegten Garten erinnern; es sind das die lieblichsten Vegetationsbilder, welche die Arktis hervorzuzaubern vermag. In voller Blüte gewährt die Zwergstrauchheide und die arktische Mattenformation ein Bild, das lebhaft an unseren herrlichen Alpenfrühling erinnert und Aug' und Herz erquickt. Leider treten aber solche Vegetationsbilder, die *C. E. v. Bär* als die Wärmeoasen der Arktis bezeichnet, gegenüber der unendlichen monotonen Charakterformation der Arktotundra, den Fjeldformationen, ausserordentlich stark zurück, so dass sie jeweilen nur ganz lokale Bedeutung zu erlangen vermögen.¹⁸⁾

Sehr viel Wärme wird der Polarzone aber auch aus fremden Gebieten zugeführt. Als solche fremde Wärmequellen kommen hauptsächlich in Betracht:

¹⁸⁾ *M. Rikli*, Die pflanzlichen Formationen der Arktis mit einem Formationsprofil. Vierteljahrsschrift der Naturforschenden Gesellschaft in Zürich. Bd. XLVI (1901), pag. 300—322.

1. Grosse Kontinentalströme, die ihr Quellgebiet in Gebirgen weit im Süden haben. Die Küstengebiete von ganz Nordasien erhalten auf diese Weise aus südlichen Breiten jährlich eine ganz bedeutende Wärmemenge zugeführt. Der Eisgang dieser Riesenströme ist eine Folge der frühzeitigen Schneeschmelze im südlichen Teil ihrer Sammelgebiete; diese erfolgt schon zu einer Zeit, wo der Norden noch in tiefstem Winterschlaf verharret. Die grosse Bedeutung dieser Katastrophe ergibt sich schon aus der Tatsache, dass unmittelbar nach dem Eisgang die Vegetation in wenigen Tagen erwacht und zwar zunächst in den grossen Flusstälern, um von hier allmählich landeinwärts, gegen die offene Tundra, vorzuschreiten. Nachdem *Seeböhm* die grossartige Erscheinung des Eisganges des Jenissei geschildert, sagt er¹⁹⁾: „Wir befanden uns nun auf einmal mitten im heissen Sommer, pflückten Blumen von zahlreichen verschiedenen Pflanzen und taten uns gütlich an den Eiern zahlloser Vögel.“

2. Von noch grösserer Bedeutung sind die Meeresströmungen; sie sind für den gesamten Haushalt der Polarregion von allergrösster Wichtigkeit. Einerseits sind es warme Strömungen, welche aus der gemässigten und subtropischen Zone kommen und der Arktis sehr grosse Wärmemengen zuführen, sie bewirken ein frühzeitigeres Aufbrechen und Abschmelzen der im Winter gebildeten Eismassen. Andererseits sorgen die Polarströmungen für die Abfuhr des aufgebrochenen Polareises und der losgelösten Eisberge nach südlicheren Breiten, in denen die Abschmelzung dann rascher vor sich geht.

Es ist unzweifelhaft, dass der Verlauf der polaren

¹⁹⁾ The North Polar Basin by *Henry Seeböhm*. Arctic Climate. British Assoc. Nottingham. Sept. 1893. Geogr. Journal. Oct. 1893.

Baumgrenze hauptsächlich von den im Polarbecken vorhandenen grossen Meeresströmungen abhängig ist. Je nachdem diese Länder von warmen oder kalten Strömungen gespült werden, wird die Baumgrenze nordwärts oder südwärts verschoben. Der Polarpunkt der arktischen Baumgrenze liegt bei Lukino, an der unteren Chatanga, bei $72^{\circ} 40'$, der Südpunkt unter 51° n. Br. im nördlichsten Neufundland; es ergibt sich somit eine Differenz von mehr als 20 Breiteregraden. Dies entspricht ungefähr dem Breitenunterschied Zürich-Hammerfest.

3. Von mehr lokalem Einfluss, obwohl in ihrer Wirkung keineswegs zu unterschätzen, sind endlich warme, föhnartige Winde.^{19a)} So besitzt Westgrönland einen Fallwind, der mit unserem Föhn in allen wesentlichen Punkten übereinstimmt. *Rink*^{19b)} beschreibt ihn als einen warmen, trockenen Ost- und Südostwind, der über das völlig vergletscherte Innere Grönlands herüberkommt und stürmisch auf die Fjorde einfällt. Nach *Hoffmeyer*^{19c)} hat der grönländische Föhn dieselbe Entstehungsursache wie unser Alpenföhn. Er herrscht jeweilen, wenn über der Davisstrasse ein barometrisches Minimum und hoher Luftdruck im nordatlantischen Ozean, in der Gegend von Island, vorhanden ist. Im Winter vermag dieser Föhn die Temperatur durchschnittlich 12 — 20° C über die mittlere Monatstemperatur zu bringen und im Herbst und Frühling immer noch um 8 — 12° C. Ähnliche Polarföhne sind auch von der Ostküste Grönlands, von Island und auch

^{19a)} *Hann*, l. c. Bd. I (1897), pag. 344.

^{19b)} *Rink*, Physikal. Beschreibung von Nord- und Südgrönland. Zeitschrift für Allgemeine Erdkunde. Bd. II, 1854.

^{19c)} *Hoffmeyer*, Le fœhn du Grönland. Referat siehe Zeitschrift für Meteorologie. Bd. XIII, 1878, pag. 65 und 70.

von Ostsibirien bekannt geworden. Gewöhnlich hält dieser Föhn allerdings nur wenige Tage an, in Westgrönland vermag er jedoch jeden Winter längere Zeit die Herrschaft zu behaupten; im November und Dezember 1875 wehte derselbe sogar 18 bis 20 Tage. Die bevorzugte Stellung Westgrönlands in der Polarregion ist wenigstens zum Teil auf das häufige Einsetzen dieser föhnartigen Winde zurückzuführen.

Wenn die Temperaturverhältnisse des hohen Nordens gegenüber dem Mangel an Niederschlägen und der erschweren Wasserzufuhr erst in zweiter Linie in Frage kommen, so ist doch nicht zu verkennen, dass dieselben für die Entfaltungsfähigkeit der Pflanzenwelt immerhin entscheidend sind. Ohne Bedeutung sind die Minima; dies lehrt uns schon der einfache Hinweis auf die Lage des Kältepol, der bei Werchojansk noch mitten im Waldgebiet liegt; das verhältnismässig milde ozeanische Klima der Küstengebiete und Inseln des Polarmeeres ermöglicht nur eine äusserst dürftige Pflanzenwelt, in denen die Flechtenfelder, besonders das Lecanoretum, und die Felsentundra in ihren trostlosesten Ausbildungen vorherrschen, und doch verzeichnen diese Gebiete keine so tiefen Minima wie die inneren Teile des Landes. Als *Erich der Rote* (983) das grosse arktische Land im Westen von Island entdeckte, nannte er es Grönland, d. h. grünes Land, nicht um durch falsche Vorspiegelungen Kolonisten zur Ansiedelung anzulocken, sondern um den Gegensatz zwischen dem öden und unwirtlichen Küstengebiet und dem frischen Grün der tief einschneidenden Fjorde zum Ausdruck zu bringen. In ihrem Hintergrund beherbergen dieselben neben herrlichen arktischen Matten und Zwergstrauchheiden selbst noch kleine Buschwälder aus Salices, Erlen, Zwergbirken

und *Sorbus americana*. *Laube* schreibt²⁰⁾: „Das auf den Ausseninseln kaum oder gar nicht, an den Küsten des Festlandes nur spärlich gedeihende Zwergholz, Birken und Weiden wird, je weiter man in die Fjorde hineinkommt, desto kräftiger und stärker, und das Ufer eines solchen weit ins Land eingreifenden Meeresarmes birgt oft einen recht ansehnlichen Bestand fast mannshohen Buschholzes.“

Ein grosser Teil der arktischen Pflanzenwelt meidet das Küstenklima; die reichste Entwicklung der nordischen Pflanzenwelt wird in den kontinentaleren Teilen der Arktis erreicht. Bei Vergleichung der einzelnen Fjorde ergibt sich, dass die tiefst eingeschnittenen in ihrem Hintergrund auch die reichste Flora besitzen. Ausserordentlich lehrreich ist in dieser Hinsicht der Eisfjord auf Spitzbergen. Von den 123 Blütenpflanzen des ganzen grossen Archipels können wir hier 113 Arten sammeln, so dass diesem kleinen Gebiet nur 10 Arten der gesamten Inselgruppe fehlen.²¹⁾

Diese auffallende Tatsache findet ihre Erklärung in der Verschiedenheit des Klimas der Küstengebiete gegenüber demjenigen des Binnenlandes. Das Klima ist im Sommer durch häufige Wolken- und Nebelbildungen ausgezeichnet; dementsprechend ist die Insolation vermindert und die Schneemassen verschwinden an der Küste viel später als im Innern. Die Einfahrt in einen solchen Fjord bringt daher oft allerlei Überraschungen. Herrscht an der Küste noch der Winter, so ist der Hintergrund der Fjorde nicht selten schon schneefrei und die Vegetation bereits aus ihrer Winterruhe erwacht. Im hinteren Teil

²⁰⁾ Die zweite deutsche Nordpolarfahrt in den Jahren 1869 und 1870 unter Führung des Kapitäns K. Koldewey. Bd. I (1873), pag. 158.

²¹⁾ *Engler*, Botan. Jahrbücher. Bd. IV, pag. 439/443.

der Fjorde ist der Himmel weniger bewölkt, die Wirkung der Sonnenstrahlen, die auf den Abhängen nahezu rechtwinklig einfallen können, ist bedeutend grösser und so wird die Vegetationsperiode verlängert. Gegenüber diesen Vorteilen haben die tieferen winterlichen Minima für die Vegetation nichts zu bedeuten.

Feuchtigkeit, Temperaturverhältnisse und Bodenbeschaffenheit sind für den wirtschaftlichen Wert eines Landes die drei ausschlaggebenden Faktoren. Die beiden ersten Momente ergeben nun besonders infolge der niederen Sommertemperaturen, der auffallend spärlichen Niederschläge und der grossen Trockenheit der Luft für die Pflanzenwelt sehr ungünstige Lebensbedingungen. Zudem ist das Klima in der ganzen Polarzone äusserst gleichmässig; so kommt es, dass die wechselnde Bodenbeschaffenheit in der arktischen Natur die grössten Gegensätze hervorzubringen vermag. Es sei nur einmal daran erinnert, was wir an anderer Stelle bereits über die verschiedenen Charakter der Pflanzenwelt des feuchten und des trockenen Bodens gesagt haben. Bei den überaus ungünstigen, auf weiten Gebieten sich nahezu gleichbleibenden klimatischen Bedingungen der Polarregion, wird der jeweilige Lokalcharakter, wie kaum in einer anderen Zone, fast ausschliesslich durch die Bodenbeschaffenheit bedingt.

Der Einfluss des Bodens ist ein dreifacher:

1. die Neigung und Exposition,
2. die Durchlässigkeit,
3. die chemische Beschaffenheit.

A. Neigung und Exposition. Bei dem niederen Sonnenstand der Polarzone ist die Neigung des Bodens, welche die Sonnenstrahlen unter günstigerem Winkel, ja selbst

senkrecht einfallen lässt, für das pflanzliche Leben von eminenter Bedeutung.

Die dadurch erreichten Vorteile sind von zweierlei Art:

a) Durch das mehr oder weniger senkrechte Einfallen der Sonnenstrahlen erfolgt auf jede Flächeneinheit eine erhöhte Wärmezufuhr. Die grössere Sonnenwirkung bringt Schnee und Eis rascher zum Schmelzen und so werden solche Standorte frühzeitiger schneefrei, d. h. die Vegetationsperiode dieser Gebiete wird oft nicht unerheblich verlängert.

b) Durch die Neigung des Bodens wird aber auch das Schmelzwasser zum raschen Abfliessen genötigt; es bleibt in solchen Lagen nicht an Ort und Stelle liegen, um bei nebligen Tagen oder infolge der Nähe des Bodeneises wieder zu gefrieren, um später neuerdings aufgetaut zu werden, wie das auf ebenen Flächen mit dem Eisboden als Unterlage sich sehr leicht mehrmals wiederholen kann. An ebenen Stellen verrichtet daher die Sonne in der Arktis eine eigentliche Danaidenarbeit. Ihre Wirkung ist zudem bedeutend abgeschwächt, da ja ihre Strahlen unter sehr schieferm Winkel einfallen. Solche Gebiete werden daher oft erst gegen Schluss des Polarsommers in den obersten Schichten schnee- und eisfrei; für die Vegetation sind sie daher nahezu ohne Wert. Die Befreiung von den Schnee- und Eismassen kann an solchen Lokalitäten fast nur durch allmähliche Verdunstung an Ort und Stelle erfolgen, ein Prozess, der bei den ungewöhnlich ungünstigen äusseren Bedingungen naturgemäss nur ausserordentlich langsam vor sich gehen kann.

Wenn aber bei geneigter Fläche das Schmelzwasser sogleich abfliesst, so wird der Boden rascher getrocknet; er ist nun erwärmungsfähig geworden, erst jetzt kommt

die Sommerwärme der Vegetation zu gut. So sind es zwei Ursachen, welche zusammenwirken, dass die geneigte Fläche in der Polarregion dem Pflanzenwuchs günstigere Verhältnisse gewährt.

Eigentliche Gebirgsformen wirken dagegen in den arktischen Gebieten sehr ungünstig auf die Pflanzenwelt ein, denn durch den tiefen Stand der Sonne wird der Schattenkegel der Berge sehr stark verlängert und so auch im Sommer grosse Flächen lange Zeit der Besonnung ganz entzogen. Die Gebirge geben ferner, sobald sie die bei kaum 300 m liegende Schneegrenze überschreiten, Veranlassung zu bleibenden Ansammlungen von Schnee und Eis, die jeweilen auch eine klimatische Depression der Nachbargebiete bewirken. Indem endlich die Schnee- und Eismassen Abfluss nach der Niederung suchen, bedecken sie ihrerseits wieder weite Gebiete, die sonst noch der Vegetation zugänglich wären.

Dass die Arktis somit nicht noch weit ungünstigere Vegetationsverhältnisse zeigt, verdankt sie mithin hauptsächlich ihrem topographischen Charakter, d. h. dem Vorwiegen welliger Hügelländer; wo das Gelände sich zu höheren Formen erhebt, wie in Grönland, in Franz-Joseph-Land und auch in einzelnen Teilen Spitzbergens, da bildet sich gleich das allem Leben feindliche Inlandseis.

Topographisch werden also ebene Flächen und ausgesprochene Gebirgsformen, welche sich über die örtliche Schneegrenze erheben, ungünstige Verhältnisse hervorrufen, schwach geneigte Flächen und Hügelländer dagegen dem vegetativen Leben die günstigsten Bedingungen gewähren.

B. Durchlässigkeit des Bodens. Die mehr oder weniger grosse Durchlässigkeit des Bodens ist nächst der Neigung und Exposition von ausschlaggebendem Einfluss. Ober-

flächlich schwerer oder sogar undurchlässiger Boden bedingt unter allen Umständen sehr ungünstige Verhältnisse, besonders wenn der Boden dazu noch eben ist; in diesem Falle bleibt das Schmelzwasser liegen, um von unten immer wieder von neuem zu gefrieren. Ist der Boden etwas geneigt, so kann das Eis in den oberflächlichen Schichten schon auftauen, das Schmelzwasser wird aber jetzt von den Erdpartikelchen festgehalten und fließt nicht ab; der Boden muss dann wieder an Ort und Stelle durch die Insolation trocken gelegt werden; so wird trotz der geneigten Bodenlage die Vegetationsperiode wiederum verzögert.

Haben wir dagegen oberflächlich durchlässigen Boden, so kann das Schmelzwasser gleich in die Tiefe sickern und der Boden wird dem vegetativen Leben frühzeitig zugänglich.

In einer anderen Hinsicht scheinen aber durchlässiger und undurchlässiger Boden sich anders zu verhalten, nämlich in Bezug auf das Bodeneis. Im lockeren Boden Sibiriens, z. B. bei Jakutsk, geht der Eisboden bis zu 200 m Tiefe²²⁾; in derselben Breite am Makenzie beträgt die Mächtigkeit des Eisbodens in undurchlässiger, granitischer Unterlage nur zwei Meter. Man darf sich aber durch diese auffallenden Zahlen nicht irre führen lassen. Dass die Mächtigkeit des Eisbodens für das pflanzliche Leben ziemlich irrelevant sein muss, ergibt sich schon aus der geographischen Verbreitung des Eisbodens; derselbe reicht noch in die subarktische Region und damit in das

²²⁾ In dem bis zu 116 m getriebenen Scherginschacht bei Jakutsk hat man den Eisboden noch nicht durchbrochen; nach der Wärmezunahme in diesem Schacht berechnete man die Tiefe des Bodeneises auf 186 m.

Waldgebiet. Die Tiefengrenze des Eisbodens entspricht der Bodenschicht, in der das Thermometer noch dauernd auf dem Gefrierpunkt steht. Für das Pflanzenleben kommen aber nur die obersten Bodenschichten in Betracht; wenn diese aufgetaut sind, so kann das vegetative Leben beginnen, wenngleich in der Tiefe das Bodeneis noch so mächtig ist. Die arktischen Pflanzen sind daher fast ausnahmslos flachwurzellig. Die Wurzeln dringen nur wenig in den Boden ein, um sich dann oft unmittelbar unter der Oberfläche nach allen Seiten auszubreiten.

Der durchlässige Sandboden kann sich einzig genügend erwärmen um, auch selbst im hohen Norden, eine etwas reichere Vegetation zu erlauben; auf ihm dringen in den grossen Flusstälern die Lärchen am weitesten nach Norden.

Die Erhaltung des Bodeneises in den obersten Erdschichten kann aber auch noch durch den Charakter der Vegetationsdecke begünstigt werden. Es sind besonders die Vergesellschaftungen von Moosen, welche durch ihre grosse Hygroskopizität den Boden lange Zeit vor der direkten Erwärmung und damit das Bodeneis vor dem Auftauen schützen.

C. Chemische Beschaffenheit des Bodens. In hohen Breiten erfolgt nach *Ramann* die Verwitterung und damit die Urbarmachung des Bodens hauptsächlich durch die Humussäuren. Die Kohlensäure soll bei diesem wichtigen Prozess nur eine sehr untergeordnete Rolle spielen. Diese Art der Verwitterung findet sich in Mitteleuropa nur auf ganz armen, torfigen Bodenarten und im Hochgebirge.

Von hohem Interesse ist die Tatsache, dass die Kraft der Düngung sich bis in äussersten Norden bewährt. Überall, wo die Polarvölker während einiger Zeit ihre

Zeltlager aufgeschlagen hatten, am Ausgang der Höhle des Eisfuchses und ganz besonders auf den angeschwemmten, jährlich unter Wasser gesetzten, schlammreichen Niederungen, den sogen. *Laidy Middendorffs*, zeigt die Vegetation ein ungewöhnlich üppiges Aussehen.²³⁾ Auch *Kihlman* erwähnt solche Laidys als mit üppiger Grasvegetation eingenommene Schwemmlandbildungen am Woronje auf Kola.

Die Bäreninsel im nördlichen atlantischen Ozean besitzt ein ausserordentlich ödes Aussehen. Nur die ins Meer hinausragenden Felsklippen zeigen öfters kräftigeren Graswuchs und viele dieser steilen Riffe sind mit üppig wuchernder *Cochlearia* geschmückt. Die Ursache dieser seltsamen Erscheinung ist der unglaubliche Reichtum an Seevögeln, denn nur wo diese nisten und wo dicke Lagen von Vogelmist die Felsen bedecken, kann sich unter diesen Breiten noch eine so üppige Vegetation entfalten.

Wie bereits betont, ist unter den klimatischen Faktoren der Mangel an Feuchtigkeit für die Pflanzenwelt ohne Zweifel von entscheidendster Bedeutung. Welches sind nun die Anpassungserscheinungen der arktischen Flora an Trockenheit? Dieselben beziehen sich sowohl auf den Bau des Blattes wie auch auf die Sprossachsen; ja sogar im Bau des Wurzelsystems lassen sich bei vielen Arten Adaptionen erkennen.

Die grösste Sorgfalt wird auf die morphologisch-anatomische Ausbildung der Blattorgane gelegt.^{23a)}

²³⁾ *M. Rikli*, l. c. pag. 316—317, ferner pag. 320.

^{23a)} In Bezug auf Nomenklatur und Autoren machen wir auf die soeben im Erscheinen begriffene *Flora arctica* von *C. H. Ostenfeld* (englisch) aufmerksam. Heft I (1902) enthält die Pteridoplyten, Gymnospermen und Monocotyledonen.

1. Verkleinerung der Blattfläche. Die Kleinblättrigkeit oder die Ausbildung microphyller Varietäten ist eine ganz allgemein verbreitete Erscheinung. Nach *Warming* sind fast alle grönländischen Exemplare von *Vaccinium uliginosum* der var. *microphyllum*^{23b)} zuzuzählen. Die Blätter von *Rhododendron lapponicum* sind die kleinsten dieses Genus. Auch der Vergleich von *Dryas octopetala* aus südlicheren und nördlicheren Breiten zeigt eine deutliche Verkleinerung der Blattflächen nach dem hohen Norden; die nordische Varietät *D. octopetala* v. *integrifolia* besitzt im höchsten Norden fast schuppenförmige Blättchen. Durchschnittlich sind die Blätter von *Ledum palustre* v. *decumbens* viel kleiner als die mittelschwedischen und deutschen *Ledum*-Exemplare. In diesem Zusammenhange seien auch die Blätter von *Empetrum* und *Phyllodoce* erwähnt.

Die Natur wird gewiss nicht diejenigen Organe, von denen die Ernährung und ganze Entwicklung abhängig ist, kleiner machen, als durchaus notwendig ist. Auch *Vanhöffen* führt diese erhebliche Verkleinerung der Vegetationsorgane auf die grosse Verdunstungsgefahr zurück.

Doch nicht immer erfolgt eine solche Verkümmernng der Blattfläche. *Abromeit* macht auf einige abweichende Beispiele aufmerksam. Bei *Alchemilla vulgaris* sind die Blätter so gross wie bei deutschen Exemplaren, auch *Rubus chamæmorus*, die Moltebeere, hat recht stattliche Blätter. *Potentilla Anserina* f. *grœnlandica* entwickelt gelegentlich selbst noch grössere Blätter als die bei uns vorkommenden Formen dieser Art; dasselbe gilt für *Ledum palustre* v. *grœnlandica*. Doch gehören all diese Arten mehr der Subarktis, der Übergangstundra oder den südlichen Teilen der Arktis-Tundra an

^{23b)} Siehe Tafel pag. 444.

2. Grosse Verbreitung lederartiger, immergrüner Blättchen. Die meisten Vertreter der arktischen Zwergstrauchheide sind diesem Typus zuzuzählen. Es sei zunächst nur an die zahlreichen nordischen Ericaceen erinnert: *Loiseleuria*, *Phyllodoce*, *Cassiope*, *Ledum*, *Oxycoccus*, *Rhododendron*, *Andromeda*, ferner an *Empetrum*, *Diapensia* etc. Die Blätter all dieser Pflanzen sind steif und hart und besitzen eine aussergewöhnlich starke Cuticula, die Oberfläche dagegen ist trotzdem nicht selten schuppen- oder nadelförmig verkümmert. Es sind alles zwerghafte Hartlaubgewächse, welche befähigt sind, an schneefreien Lagen, auch im Winter, die lokalen Erwärmungen sogleich auszunützen; es ist dies um so wichtiger, als ja durch die Reduktion der Blattfläche die Assimilationstätigkeit beeinträchtigt wird.

3. Den Sprossachsen dachziegelartig anliegende Blätter. Die Stomata finden sich auf der Blattoberseite; zwischen Stengel und Blatt, an windgeschützter Lage, sind sie gegen zu weitgehende Wasserabgabe geschützt. Die beiden *Cassiope*-Arten und *Lycopodium annotinum* v. *pungens* sind für diesen Fall besonders typische Beispiele.

4. Zusammenrollbarkeit des Blattes. Eine ganze Reihe von Arten sind wie Steppengräser durch Gelenkapparate ausgezeichnet, die bei eintretendem Wassermangel infolge Turgorverlustes ein Zusammenrollen der Blätter ermöglichen (*Loiseleuria*). Die Einrollung kann je nach der Lage des Gelenkgewebes sowohl nach der Blattober- als auch nach der Blattunterseite erfolgen. Im ersten Fall sind dann die Spaltöffnungen auch auf der Oberseite des Blattes. *Kihlman* macht darauf aufmerksam, wie durch Längsrillenbildung bei *Carex vulgaris* v. *juncella* und bei *C. aquatilis* die Leistungsfähigkeit dieses Apparats noch erhöht wird.



Nach Angabe von Dr. Rikli.

L. Schröter pinx.

Tafel II: Arktische Zwergstrauchheide.

Chromotypie der Zollikoffer'schen Buchdruckerei, St. Gallen.



Nach Angabe von Dr. Rikli.

Tafel II: Arktische Zwergstrauchheide.

L. Schröter pinx.

Chromotypie der Zollikofer'schen Buchdruckerei, St. Gallen

5. Neigung zur Sukkulenz, ein xerophiles Anpassungsmerkmal, das in der arktischen Flora jedoch eine ziemlich untergeordnete Rolle spielt. Doch lassen sich auch hier einige Beispiele aufführen, mehrere Saxifragen sind mehr oder weniger sukkulent. Typische Sukkulente liefern die genera *Rhodiola*, *Eutrema*, *Amadenia*; auch die Cochlearien neigen zur Sukkulenz.

6. Die Trichophyllie, d. h. die dichte Behaarung der Blätter (siehe pag. 4 und Adnota 6).

7. Ausbildung von einer Wachsschicht auf der Blattunterseite. Dies ist z. B. der Fall bei *Andromeda polifolia*, *Salix glauca* und *reticulata* und bei *Vaccinium uliginosum*.

8. Ganz besondere Sorgfalt wird endlich auf **die Ausbildung des Spaltöffnungsapparates** verwendet. Die Anlage der Stomata erfolgt immer an möglichst versteckten Lagen, die Spaltöffnungszellen selbst zeigen in ihren feineren Bauverhältnissen zahlreiche Adaptionen, wie: starke äussere Verdickungsleisten, Ausbildung von äussern und innern Vorhöfen, Auftreten innerer Atemhöhlen, welche mit grossen, etwas derbwandigen, plasmaarmen Zellen überwölbt sind (*Uncina* nach *Kihlman*); ferner sind die vertieften Stomata öfters durch eine zottige Haarbedeckung (*Ledum*, *Loiseleuria*, *Phyllodoce*, *Dryas* etc.) weiters geschützt.

An den Sprossachsen fällt uns zunächst

9. die meist starke Verkürzung der Internodien auf; so bekommen die Blätter eine dichte, gedrängte Stellung und die Pflanzen einen äusserst gedrungenen Wuchs (*Cassiope*).

10. Bildung rasselnder, dürerer Hüllen, die aus alten, abgestorbenen Blättern bestehen und die jungen, zarten Triebe nebst dem Vegetationspunkt schützend umgeben. Schon *C. E. v. Bär* und *Middendorff* haben darauf hingewiesen, dass die verdorrten Blattmassen oft jahrelang noch

den lebenden Stammscheitel umgeben. Diese Erscheinung ist für die meisten Polsterpflanzen, vor allem für die *Diapensia lapponica*, bezeichnend, aber selbst einige *Salices* (*S. bogadinensis* Nordasiens) und sogar Farren, wie *Aspidium fragrans* zeigen diese Schutzvorrichtung.

11. Das Aufsuchen der Bodenwärme. Nur auf der Lee-seite von Felsen und grösseren Blöcken, sowie im Windschutz kleiner Hügelzüge und Terrainwellen²⁴⁾ vermögen die polaren Weiden und Birken sich zu kleinen Spalierbäumchen zu erheben; ihre, die schützenden Blöcke überragenden Zweige werden von den austrocknenden Winden jeweilen wieder abgetötet. In offenen Lagen sehen wir dagegen nicht selten die Hauptprossachsen im Boden und nur die Seitenzweiglein dieser Zwergsträucher ragen über denselben bis Spannhöhe empor. So verhält sich z. B. die Wollweide, *Salix lanata*; auf Nowaja Semlja kriecht sie oft 4 m unmittelbar unter der Erdoberfläche hin und erhebt sich kaum 25 cm über dem Boden.²⁵⁾

12. Bildung halbkugeliger Polster, welche bekanntlich durch eine ausserordentlich reichliche und dicht stehende Verzweigung aus kriechenden Hauptachsen zustande kommt, ist im hohen Norden allgemein verbreitet. Solche Polsterpflanzen sind besonders an möglichst windoffenen, ungeschützten Standorten angesiedelt. Am Kap Tscheljuskin, der Spitze Nordasiens, wurde von der Vegaexpedition bei einer Ausbeute von nur 23 Blütenpflanzen nicht weniger als 13 Polsterpflanzen gezählt.

²⁴⁾ *J. Früh*, Die Abbildung der vorherrschenden Winde durch die Pflanzenwelt. Jahresbericht der geographisch-ethnographischen Gesellschaft Zürich 1901/02, pag. 111—118.

²⁵⁾ *A. Kirchhoff*, Pflanzen- und Tierverbreitung. Abt. III von *Hann, Hochstetter, Pokornys* allgemeine Länderkunde, ed. V (1899), pag. 141.

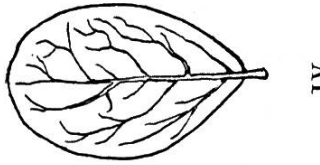
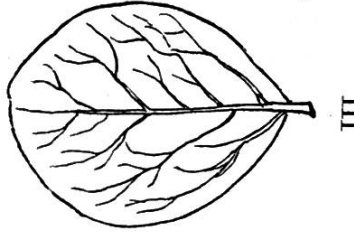
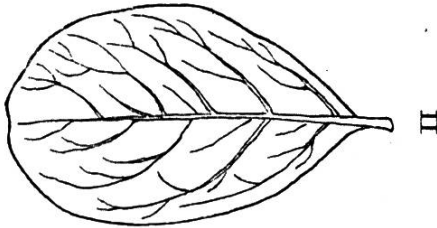
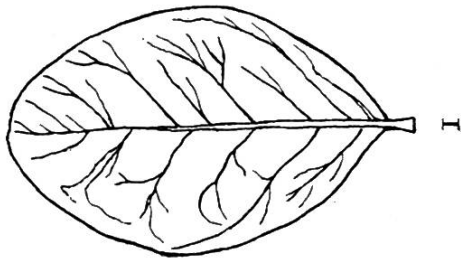
Wie wir bereits an anderer Stelle kennen gelernt haben, zeigt selbst das Wurzelwerk durch seine unter der Erdoberfläche horizontale Ausbreitung eine zweckmässige Anpassung an die xerophytischen Existenzbedingungen der arktischen Flora; denn eine solche Entfaltung des Wurzelsystems ist gleichbedeutend mit einer vermehrten Wasserabsorptionsfähigkeit.

Die Polarpflanze verfügt somit über eine stattliche Zahl von Mitteln, um zu demselben Ziel: ausgiebiger Schutz vor zu weitgehender Abgabe von Wasserdampf, zu gelangen. So sehr wir aber all diese Anpassungserscheinungen in ihrer Zweckmässigkeit und vollendeten Ausbildung bewundern mögen, so müssen wir doch immerhin zugeben, dass das arktische Klima auf die gesamten Vegetationsorgane einen sehr ungünstigen Einfluss ausübt, indem es dieselben zu möglichster Materialersparnis und damit zu den weitgehendsten Reduktionen nötigt.

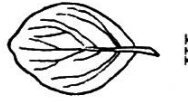
Vaccinium uliginosum L.

(Natürliche Grösse.)

a) Aus der Schweiz
zwischen 600 und 2300 m.



b) Von Grönland
ca. 68° n. Br.



Erklärung der Tafel.

Diese Blattserie soll für die Rauschbeere die Verkleinerung der Blattfläche im hohen Norden gegenüber den Blättern derselben Art in unseren Breiten zur Darstellung bringen. Die Zeichnungen entsprechen den natürlichen Grössenverhältnissen ausgewachsener Blätter.

**a) Blätter von *Vaccinium uliginosum* aus der Schweiz
von ca. 600–2300 m.**

- Nr. I *f. macrophylla*, Wachseidorn-Moos bei Heimenschwand, leg. C. Schröter.
Nr. II *f. macrophylla*, Waldmoore im Rosswald bei Wildhaus, circa 1250 m, leg. Chr. Brügger.
Nr. III Torfmoor von Hinwil, leg. E. Benz.
Nr. IV Hinterberg-Ried bei Schönenberg (Kt. Zürich), leg. M. Rikli.
Nr. V Gipfel des Jägglishorn bei St. Antönien, Graubünden, circa 2300 m, leg. M. Rikli.

b) Blätter von *Vaccinium uliginosum* aus der Arktis.

- Nr. VI–VIII Egedesminde an der Diskobucht in Westgrönland bei ca. 68° n. Br. = *f. microphylla*.
- | | |
|---|--|
| { | Nr. VI sehr grosses Blatt. |
| | Nr. VII mittlere Grösse ausgewachsener Blätter. |
| | Nr. VIII kleines Blättchen, aber bereits ausgewachsen. |

Erklärung zu den beiden Chromotafeln.¹⁾

Unsere beiden Chromotafeln bringen zwei der bezeichnendsten pflanzlichen Vergesellschaftungen des hohen Nordens zur lebensvollen Darstellung: die arktische Mattenformation in ihrer hervorragenden Farbenpracht und die reizenden Typen der arktischen Zwergstrauchheide. Um keine falschen Vorstellungen zu erwecken, sei hervorgehoben, dass diese herrlichen Vegetationsbilder, die uns vielfach an unsern lieblichen Alpenfrühling erinnern, in der Arktis gegenüber der unendlichen, monotonen Tundra sehr stark zurücktreten und nur auf den Abhängen und Terrassen der klimatisch begünstigten Flusstäler oder im Hintergrund der geschützten Fjorde einige physiognomische Bedeutung zu erlangen vermögen. Und selbst an solchen Standorten werden die einzelnen Arten nur ausnahmsweise sich zu so geschlossenen Formationen zusammenfinden. Bei den gegebenen Grössenverhältnissen der Bilder hätte aber unter Wiedergabe einer offeneren Bewachsung des Bodens die Darstellung der einzelnen Pflanzen zu sehr gelitten. Übrigens dürften, wenigstens in den südlichen Teilen der Arktis und in der Übergangstundra, solche mehr geschlossene Vegetationsbilder nicht gerade zu den Seltenheiten gehören. C. E. v. Bär schildert die Mattenformation, diese Wärme-Oasen des hohen Nordens, in beredten Worten und sagt von ihnen, „man glaubt, künstlich gepflegte Gartenbeete vor sich zu sehen“, und auf Nowaja Semlja bewundert er die „mit purpurfarbigen Blumen dichtbesetzten Rasen der Silenen und Saxifragen, gemischt mit den azurnen Sternen

¹⁾ Die beiden Tafeln wurden ursprünglich, nach meinen Angaben, von Herrn Ludwig Schröter ausgeführt; in meinen pflanzengeographischen Vorlesungen haben sie mir wiederholt wertvolle Dienste geleistet, so dass mehrfach der Wunsch geäußert wurde, dieselben möchten durch Vervielfältigung einem weitem Kreise zugänglich gemacht werden. Dem Künstler, wie auch der Verlagsfirma bin ich für die verständnisvolle Auffassung und Durchführung der gestellten Aufgabe, die mit nicht geringen Schwierigkeiten verbunden war, zu grossem Dank verpflichtet. Um die einzelnen Arten in möglichster Naturtreue wiederzugeben, wurde nicht nur ein reichhaltiges, z. T. farbiges Bildermaterial verwendet; auch das im botanischen Museum des eidgenössischen Polytechnikum in Zürich aufbewahrte, von unserem hervorragenden Landsmann O. Heer angelegte arktische Herbarium lieferte viele Belegpflanzen, die besonders für die richtige Darstellung der relativen Grössenverhältnisse stets benützt wurden.

des Vergissmeinnicht, mit goldgelben Ranunkeln und Draben und andern Blüten von blauen, weissen und hellroten Farbtönen, unter denen das Grün, des spärlichen Laubes wegen, kaum bemerkt wird.“ Verfasser veröffentlichte 1901 in der Vierteljahrschrift der naturforschenden Gesellschaft in Zürich (Jahrg. XLVI) ein Formationsprofil der arktischen Flora; in dem begleitenden Text (pag. 300—322) findet sich auch eine kurze Charakterisierung der beiden dargestellten Formationen.

Neben dem allgemeinen Vegetationscharakter und der Vergesellschaftung bestimmter Arten zu scharf charakterisierten Formationen, veranschaulichen die beiden Tafeln endlich noch gewisse pflanzengeographische Tatsachen, auf die wir hier auch noch kurz verweisen möchten.

I. Arktische Mattenformation.

Nach den Verbreitungsverhältnissen verteilen sich die zwölf abgebildeten Vertreter dieser Formation wie folgt:

1. **Arktisch-alpin** (6) und zwar in den Alpen hauptsächlich in der höheren alpinen und nivalen Region verbreitet sind die beiden zirkumpolaren Polsterpflanzen *Silene acaulis* L. und *Saxifraga oppositifolia* L. Der Gletscherranunkel (*Ranunculus glacialis* L.), in der höheren Alpenregion allgemein verbreitet und von hier nach den Karpathen und transsylvanischen Alpen ausstrahlend, ist im Norden ausser der Fjeldregion Skandinaviens, Lapplands und Kolas nur noch auf Island, Spitzbergen, Ost- und Westgrönland, sowie in Labrador zu treffen. Übrigens ist der nordische Gletscherranunkel mit unserer alpinen Pflanze nicht ganz identisch; überhaupt zeigt diese Art eine aussergewöhnliche Vielgestaltigkeit. Im hohen Norden scheint *Ranunculus glacialis* hauptsächlich in der Varietät *genuinus* aufzutreten; dieselbe ist besonders durch ihre entschieden breiten Blattabschnitte ausgezeichnet. Diese Varietät ist in den Alpen recht selten. Die alpinen Gletscherranunkeln treten uns dagegen in zwei andern Formen entgegen: als *var. crithmifolius*, eine grossblütige Pflanze mit schmalen, etwas tiefer eingeschnittenen, crithmumartigen und meist kahlen Blattabschnitten und als *var. holosericeus* Gaud., eine in allen Teilen kleinere Erscheinung, deren Blätter öfters noch mehr zerteilt, deren Abschnitte jedoch gewöhnlich mehr abgerundet und in der Regel mehr oder weniger langhaarig sind. Beide Abarten sind bald intensiv rot-, bald reinweissblütig; übrigens werden nicht selten an einem und demselben Stock gleichzeitig rote

und weisse Blüten beobachtet. Die Vergleichung der nordischen mit den alpinen Gletscherranunkeln ergibt somit, dass seit der Eiszeit, wo die Pflanze ein einheitliches Verbreitungsareal bewohnte, in den nun getrennten Arealen sich eine beginnende morphologische Differenzierung nachweisen lässt. *Ranunculus pygmæus* Wahlenbg. ist dagegen vollkommen zirkumpolar, im Alpensystem jedoch als Glacialrelikt auf einige, durch weite Zwischenräume getrennte Stationen der Nivalregion beschränkt, so in der hohen Tatra, in den hohen Tauern und als westlichster Standort im Val Zeznina im Unterengadin.²⁾ In ihrer Verbreitung mehr alpin, ja selbst subalpin, sind endlich *Erigeron uniflorus* L. und *Primula farinosa* L. Beide scheinen grösseren Gebieten der Arktis zu fehlen und da dieselben Gattungen angehören, die im Alpensystem besonders stark und in vielen Arten entwickelt sind, dürften wohl diese Arten im hohen Norden als südliche Einwanderer aufzufassen sein.

2. Als arktische Florenelemente sind dagegen zu betrachten (5): *Cochlearia fenestrata* Br., bekannt durch ihre enorme Resistenzfähigkeit gegen die Angriffe des arktischen Winters. *Papaver radicum* Rottb., meist gelb, gelegentlich auch weiss, vollkommen zirkumpolar und eine Hauptzierde aller Polarländer; nicht selten wird er als erster Ansiedler auf Moränenschutt beobachtet, ja selbst im Inlandseis des südlichen Grönlands ist er auf den Nunatakts, jenen steilen Felspyramiden, die sich aus der allgemeinen Vereisung erheben, noch überall anzutreffen. Beide Arten besitzen jedoch nahe Verwandte in den Alpen und zum Teil selbst auch noch in den Gebirgen des mittleren und nördlichen Europas; es sind: *Cochlearia anglica* L. und *Papaver alpinum* L., *Polemonium pulchellum* Bge. ist eine nordische, vikarisierende Art des in der Gebirgsregion Mittel- und Nordeuropas eine weite Verbreitung besitzenden *Polemonium cœruleum* L. *Draba alpina* L., eine zirkumpolare Polsterpflanze, welche einzig längs den grossen Meridionalgebirgen, wie im Ural, in den Kjölen Skandinaviens und an der Westküste Grönlands Vorstösse nach Süden macht, und *Calypso borealis* Salisb. endlich ist eine der wenigen Orchideen der arktischen Pflanzenwelt. Die äusserst graziöse, etwas überhängende Blüte gleicht einem Miniatur-Frauenschuh, indem das Labellum sackartig ausgeweitet und durch zahlreiche rosarote Saftmahle geziert ist.

²⁾ M. Rikli, *Ranunculus pygmæus* Wahlenbg., eine neue Schweizerpflanze. Bericht der schweiz. botan. Gesellschaft, Heft IX (1899), pag. 1—12.

3. **Arktisch-zentralasiatisch** ist *Saxifraga flagellaris* W. mit ihren eigentümlichen Wandersporen, die an ihren Enden jeweilen einen Ableger entwickeln. Auch diese Art ist nicht zirkumpolar. Im arktischen Asien allgemein verbreitet, findet sie sich im nördlichen Europa nur noch spärlich auf Nowaja Semlja und Spitzbergen. Ihr zweites Hauptverbreitungszentrum liegt in den Gebirgen Zentralasiens (Tibet, Himalaya, Kaukasus). Da einige nahe stehende Formen, sowie die fünf nächstverwandten Arten im Himalaya und Tibet endemisch sind, müssen wir wohl den Bildungsherd dieser Pflanze in die zentralasiatischen Hochländer verlegen.

II. Arktische Zwergstrauchheide.

Die Zwergstrauchheide zeigt noch eine grössere Übereinstimmung zwischen dem hohen Norden und den höhern Alpenregionen, als wir dies bereits für die Mattenformation nachgewiesen haben. Der Gesamtcharakter als ein dem Boden angeschmiegt, bald offener, bald mehr geschlossener Teppich niederer Zwergsträucher, welche in ihrem ganzen Aufbau die sorgfältigste Anpassung an extrem xerophytische Lebensbedingungen verraten, bleibt sich in den beiden, so weit auseinanderliegenden Gebieten vollständig gleich. Die Ericaceen und einige kleinere, verwandte Familien, sowie die Gruppe der Gletscherweiden überwiegen.

Arktisch-alpin sind: *Empetrum nigrum* L., die Rauschbeere; *Loiseleuria procumbens* Desv., *Vaccinium uliginosum* L., *Dryas octopetala* L. Die Dryade findet sich aber im höchsten Norden noch in einer gut charakterisierten arktischen Varietät, die von einzelnen Autoren selbst als eigene Art unterschieden wird (*D. integrifolia*); ferner *Salix herbacea* L. und *reticulata* L. Auch die Zwergbirke, *Betula nana* L. ist beiden Gebieten gemeinsam. Ihr zerrissenes Areal in Mitteleuropa lehrt, dass sie bei uns wohl als Reliktenpflanze aufzufassen ist. Die zahlreichen Funde von Zwergbirkenblättchen in glazialen, kalkigen Letten des schweizerischen Mittellandes, welche durch Mühlberg, Nathorst und Schröter bekannt geworden sind, bestätigen diese pflanzengeographische Deutung. Hat sich *Betula nana* als Glazialrelikt bis in unsere Zeit noch an einzelnen Stellen zu erhalten vermocht, so ist eine andere, allgemein verbreitete arktische Pflanze, die zur Eiszeit, wie subfossile Funde lehren, auch ein Bürger unseres Landes gewesen war, *Salix polaris* Wahlenb., nun bei uns schon längst ganz verschwunden. *Ledum palustre* L., der Porst, noch in den

norddeutschen Torfmooren stellenweise massenhaft auftretend, hat in der Arktis ebenfalls eine weite Verbreitung; er bildet sogar im hohen Norden einige mikrophylle Abarten. Währenddem aber der Porst im Gebiet seiner gegenwärtigen Südgrenze hauptsächlich eine Sumpfpflanze der Torfmoore ist, bevorzugt er im Polargebiet entschieden sonnig-trockene Orte.

Endlich finden sich in den Teppichen der arktischen Zwergstrauchheide auch noch einige spezifisch **nordische Typen** (5) eingestreut. Da sind es zunächst die zierlichen Gestalten der beiden *Cassiope*-Arten (*C. tetragona* Don. und *C. hypnoides* Don.), mit ihren dem Stengel angepressten schuppenartigen Blättchen und den überaus zierlichen, vom Winde fast stets bewegten Glöckchen, welche wohl in erster Linie unsere Aufmerksamkeit in Anspruch nehmen werden; dort bewundern wir das leuchtende Rot der kleinsten Alpenrose, des *Rhododendron lapponicum* Wahlenbg. mit fast myrtenartigen Blättchen; hier ragt aus ihrem nadelartigen Laubwerk eine weitere Ericacee hervor, es sind die grossen, purpurvioletten Blüten der *Phyllodoce taxifolia* Salisb. und auf jener kleinen Bodenschwelle sehen wir die weissen Blütenbälle der *Diapensia lapponica* L., deren basale, schon längst abgestorbene Blätter oft noch jahrelang den zarten Vegetationspunkt mit einer raschelnden, schützenden Hülle umgeben.