

# **Studien zur Vegetation Nordwestspitzbergens**

Dissertation

zur Erlangung des  
Doktorgrades der Naturwissenschaften  
im Fachbereich Geowissenschaften  
der Universität Hamburg

von

Dipl.-Geogr. Ingo Möller

aus  
Neumünster

Hamburg 1999

Als Dissertation angenommen vom Fachbereich Geowissenschaften  
der Universität Hamburg  
aufgrund der Gutachten von Prof. Dr. D. Thannheiser  
und PD Dr. E.M. Pfeiffer.

Hamburg, den 1. Februar 2000

Prof. Dr. U. Bismayer  
Dekan des Fachbereichs Geowissenschaften

# Zusammenfassung

Seit einigen Jahren gewinnt die Vegetation als ein Speicher und Regler innerhalb des großen arktischen Geoökosystems vor zahlreichen Hintergründen wie beispielsweise den Folgen eines "global warming" oder "climatic change" immer mehr an Bedeutung für die Forschung.

Nachdem frühe Expeditionen nach Spitzbergen (ab dem 18. Jh.) vor allem durch Pflanzenartenlisten zur Kenntnis der Flora in diesem Raum beitrugen, setzten seit den 1920er Jahren verstärkt vegetationskundliche Studien ein, die unter verschiedenen Schwerpunkten (lokal, regional oder syntaxonomisch/synsystematisch) durchgeführt wurden. Bislang mangelt es aber an einer umfassenden, übergreifenden und in sich geschlossenen Untersuchung der Vegetation Spitzbergens. Diese kann nicht allein über eine Auswertung veröffentlichter vegetationskundlicher Arbeiten erstellt werden, da in den Publikationen teilweise mit unterschiedlichen Methoden gearbeitet wurde, was einen Vergleich oftmals erschwert bis unmöglich werden läßt.

An diesem Mangel setzt die vorliegende Studie zur Vegetation Nordwestspitzbergens an. Sie vollzieht einen großen Schritt in Richtung einer Synopsis der Pflanzengesellschaften Spitzbergens, indem für den Teilraum Nordwestspitzbergen eine Vielzahl von Phytozönosen erläutert wird, die auf der Grundlage eigener pflanzensoziologischer Untersuchungen nach der Methode von BRAUN-BLANQUET erfaßt und unterschieden wurden. Zusätzliche Erkenntnisse aus der Literatur werden überwiegend zu Vergleichszwecken herangezogen und diskutiert.

Dem Hauptteil der Arbeit sind zwei Kapitel vorangestellt, die zum grundlegenden Verständnis beitragen sollen. Zunächst werden die Bedeutung der Standortfaktoren für die arktische Vegetation und die vegetationsgeographische Gliederung der Arktis näher erläutert. Im Anschluß folgt eine Darstellung der physisch-geographischen Verhältnisse Spitzbergens. Die geologischen, morphologischen und klimatischen Gegebenheiten werden dabei ebenso erläutert wie die großräumige vegetationsgeographische Einordnung des Untersuchungsraumes.

Im Zentrum der Studie steht die Darstellung der einzelnen Phytozönosen, die zunächst nach vorwiegend physiognomischen Kriterien sogenannten Vegetationstypen zugeordnet werden. Hieraus ergibt sich folgendes physiognomisches Gliederungsschema, dem sich auch die Erläuterung der Pflanzengesellschaften anschließt:

- Gesellschaften der Meeresküste mit Salzrasen und Küstendünen (4 Vegetationseinheiten): **Puccinellietum phryganodis**, **Caricetum subspathaceae**, **Caricetum ursinae** und **Mertensietum maritimae**;
- Wasser- und Moorvegetation (11 Vegetationseinheiten): **Arctophiletum fulvae**, Pleuropogon sabinei-Gesellschaft, **Drepanoclado-Ranunculetum hyperborei**, **Bryo-Dupontietum pelligerae**, **Caricetum stantis**, **Calliergono-Caricetum saxatilis**, Carex lachenalii-Gesellschaft, Carex parallela-Gesellschaft, Eriophorum angustifolium ssp. triste-Gesellschaft, Carex maritima-Gesellschaft und Carex capillaris-Gesellschaft;
- Naßstellenvegetation (3 Vegetationseinheiten): **Calliergono-Bryetum cryophili**, **Tomenthypnetum involuti** und **Deschampsietum alpinae**;
- Vegetation der Fleckentundra (12 Vegetationseinheiten): **Puccinellietum angustatae**, **Potentilletum pulchellae**, Saxifraga oppositifolia-Gesellschaft, Krustenflechten-Saxifraga oppositifolia-Gesellschaft, **Papaveretum dahliani**, **(Anthelio-) Luzuletum arcuatae**, **Sphaerophoro-Racomitrietum lanuginosi**, Racomitrium canescens-Gesellschaft, **Oxyrio-Trisetetum spicati**, Festuca rubra ssp. arctica-Gesellschaft, Festuca baffinensis-Gesellschaft und Luzula artica-Gesellschaft;

- Schneebodenvegetation (6 Vegetationseinheiten): *Phippsia algida*-*Ranunculus pygmaeus*-Gesellschaft, **Phippsietum algidae-concinnae**, **Cerastio regelii-Poetum alpinae**, **Salicetum polaris**, *Salix reticulata*-Gesellschaft und **Cetrarietum delisei**;
- Zwergstrauchheiden (5 Vegetationseinheiten): **Caricetum nardinae**, **Carici rupestris-Dryadetum octopetalae**, **Dryadetum minoris**, **Dryado-Cassiopetum tetragonae** und *Empetrum nigrum* ssp. *hermaphroditum*-Gesellschaft und
- Vogelfelsen- und Vogelrastplatzvegetation (7 Vegetationseinheiten): *Cochlearia groenlandica*-Gesellschaft, *Oxyria digyna*-Gesellschaft, *Saxifraga cernua*-Gesellschaft, *Poa arctica* ssp. *caespitans*-Gesellschaft, *Brachythecium turgidum*-*Festuca rubra* ssp. *arctica*-Gesellschaft, *Brachythecium turgidum*-*Poa pratensis* ssp. *alpigena*-Gesellschaft und *Puccinellia angustata* ssp. *palibinii*-Gesellschaft.

Innerhalb dieser Vegetationstypen werden die Pflanzengesellschaften mit ihren Merkmalen Physiographie, Physiognomie, Synökologie, Syndynamik, Synsystematik und Synchorologie analysiert. Diese Merkmale werden je nach Pflanzengesellschaft verschieden stark berücksichtigt. Aus den Ergebnissen der Geländearbeit ließen sich die differenzierenden standortökologischen Faktoren der Phytozönosen ableiten und werden dementsprechend hervorgehoben. Darüber hinaus tragen Bestimmungen der Phytomasse für die Mehrzahl der Pflanzengesellschaften zu deren Charakterisierung bei.

Insgesamt werden 26 Assoziationen und 22 Gesellschaften sowie ihre Untereinheiten behandelt und durch Vegetationstabellen belegt. Bezüglich syntaxonomischer Fragestellungen konnten viele der aufgestellten Vegetationseinheiten neu geordnet werden. Dies betrifft insbesondere die Gesellschaften der Schneebodenvegetation und die Gesellschaften der Zwergstrauchheiden, obwohl auch innerhalb der übrigen Vegetationstypen zahlreiche "Bereinigungen" erläutert sind. Im Vegetationstyp der Fleckentundra werden mit dem **Puccinellietum angustatae** und dem **Potentilletum pulchellae** zwei Assoziationen neu ausgegliedert und beschrieben.

Im Zuge der Darstellung der einzelnen Phytozönosen wird die jeweilige Stellung der Pflanzengemeinschaft innerhalb der pflanzensoziologischen Systematik ausgeführt. Deshalb folgt im Anschluß an die Einzelbetrachtung der Pflanzengesellschaften eine zusammenfassende Übersicht über ihre Einordnung in höhere Einheiten dieser Systematik. Mit zwölf Verbänden und Ordnungen in neun Klassen stellt die Studie ein offenes Gliederungsschema bereit, in das einerseits bestehende und zukünftige pflanzensoziologisch-vegetationskundliche Arbeiten aus Spitzbergen eingefügt werden können und mit dem andererseits eine spätere Übertragung auf Gesamt-Spitzbergen möglich ist.

Somit leistet diese Arbeit einen Beitrag zur landschaftsanalytischen Vegetationsgeographie. In regionaler Hinsicht sind mit dem inneren Woodfjorden, dem St. Jonsfjorden und der Eidembukta drei Untersuchungsgebiete in diese Arbeit einbezogen, deren Vegetationsverhältnisse bislang noch nicht planmäßig erforscht wurden. Darüber hinaus werden überregionale Aspekte berücksichtigt, die zur Einordnung der Pflanzengesellschaften innerhalb der Hocharktis erforderlich sind. Diesbezüglich steht die vorliegende Studie im Kontext der "Resolution for Preparation of an Arctic Circumpolar Database, Classification, and Vegetation Map" des US Man and Biosphere Programme. Nicht zuletzt liefert die Arbeit eine Grundlage für Untersuchungen, die über vegetationskundliche Fragestellungen hinausgehen. Beispielsweise profitieren landschaftsökologische oder ökophysiologische Forschungsarbeiten, die die Pflanzendecke mit zum Forschungsgegenstand haben, von einer möglichst exakten Ansprache der Untersuchungsobjekte; teilweise werden Ergebnisse dabei sogar erst vergleichbar oder flächenbezogen extrapolierbar.

## Vorwort und Danksagung

*Die Evolution wiederholt sich nicht.*

*Wo einzelne Arten, Lebensgemeinschaften  
oder sogar Lebensräume zerstört sind,  
bleiben sie für immer irreversibel verloren.*

*Nachhaltig bewirtschaften oder schützen  
und damit langfristig erhalten,  
können wir aber nur das, was wir kennen.*

Als ich nach Abschluß meiner Diplomarbeit zur Heidevegetation in Westnorwegen im Sommer 1992 die Chance zur Teilnahme an der internationalen Geowissenschaftlichen Spitzbergen-Expedition (SPE '92) bekam, hatte ich noch nicht daran gedacht, wie stark sich dieses Engagement ausweiten könnte; zumal zunächst "nur" eine vertiefende Bearbeitung der Zwergstrauchheiden Spitzbergens erfolgen sollte. Auch meine Tätigkeiten als wissenschaftlicher Mitarbeiter an den Geographischen Instituten der Technischen Universität Berlin und der Universität Hamburg, bei denen auf wissenschaftlicher Seite Fragen zur Auswertung von Fernerkundungsdaten im Vordergrund standen, führten nicht direkt zu dem Thema, das hier als Dissertation vorgelegt wird.

Erst im Vorfeld der Vegetationsökologischen Spitzbergen-Expedition (VÖSPEX '96) kristallisierte sich die umfassende Bearbeitung der Vegetation Nordwestspitzbergens als Inhalt dieser Arbeit heraus, da die umfangreichen Feldergebnisse der 1992er-Expedition in Rohform existierten und noch sehr viel Potential beinhalteten.

Insofern danke ich Herrn Prof. Dr. D. Thannheiser (Inst. f. Geogr., Univ. Hamburg) für die Organisation der Forschungsgruppe "Vegetation" im Rahmen der Expeditionen, für die fundierte Einführung in die arktische Vegetation, die angenehme Zusammenarbeit im Gelände, die Überprüfung kritischer Bryophyten sowie für die Betreuung bis zum Abschluß der Arbeit und das Überlassen einiger unveröffentlichter Vegetationsaufnahmen und Phytomassedaten.

Diese Phytomassedaten wurden während der Geowissenschaftlichen Spitzbergen-Expeditionen 1990 und 1991 (SPE '90 und '91) in Zusammenarbeit mit Prof. Dr. K. Dierßen (Inst. f. Biol., Univ. Kiel) erhoben, so daß ich Herrn Prof. Dierßen ebenfalls für das Überlassen dieser Daten danke.

Daneben sei an dieser Stelle all jenen herzlichst gedankt, ohne deren Hilfe diese Arbeit nicht in der vorliegenden Form hätte entstehen können:

Herrn Dr. Chr. Wüthrich (Dep. f. Geogr., Univ. Basel) danke ich für die sehr gute Zusammenarbeit während des Spitzbergen-Aufenthaltes 1996 und die schnelle Hilfe bei der Literaturbeschaffung. Unsere gemeinsamen landschaftsökologischen Untersuchungen an der Eidembukta in Westspitzbergen brachten noch einmal interessante, neue Aspekte für diese Arbeit und darüber hinaus hervor.

Frau Dr. A. Schalla (Hamburg) übernahm unter anderem freundlicherweise das zeitaufwendige Korrekturlesen der gesamten Arbeit und lieferte zu jeder Zeit kritische und zugleich konstruktive Kommentare. Vielen Dank hierfür.

Bei Herrn Dr. T. Poetsch (Inst. f. Geogr., Univ. Hamburg) bedanke ich mich für die vertrauensvolle Möglichkeit zur freien Nutzung des Labors des Instituts für Geographie.

In diesem Zusammenhang leistete Herr Dipl.-Lebensm.Chem. C. Möller (Inst. f. L.Chem., Univ. Hamburg) dankenswerterweise schnelle Hilfe bei den chemischen Indikationsarbeiten zur Kryptogamenbestimmung.

Herrn Prof. Dr. G. Hell (Studiengang Kartographie, FH Karlsruhe) danke ich für die CIR-Luftbilder aus dem Liefde- und Woodfjordengebiet, die mir für längere Zeit zur Auswertung zur Verfügung gestellt wurden.

Bei der Deutschen Forschungsgemeinschaft möchte ich mich schließlich für die Sach- und Reisekostenbeihilfen für die Spitzbergen-Expeditionen bedanken. Diesbezüglich gilt mein Dank auch Herrn Prof. Dr. W.-D. Blümel (Inst. f. Geogr., Univ. Stuttgart) für die Koordination der SPE-Teilprojekte und Herrn Dr. U. Glaser (Würzburg) für die logistische Unterstützung vor und während der Geländearbeiten 1992.

# Inhaltsverzeichnis

	Seite
<b>Vorwort und Danksagung</b>	v
<b>Inhaltsverzeichnis</b>	vii
<b>Abbildungsverzeichnis</b>	x
<b>Tabellenverzeichnis</b>	xii
<b>1. Einleitung</b>	<b>1</b>
1.1 Stand der vegetationsgeographischen Forschung in Svalbard	2
<b>2. Fragestellungen und Arbeitsansatz</b>	<b>5</b>
<b>3. Methodische Grundlagen</b>	<b>8</b>
<b>4. Die Pflanzenwelt im arktischen Lebensraum</b>	<b>13</b>
4.1 Bedeutung der Standortfaktoren für die arktische Vegetation	15
4.1.1 Einfluß von Strahlung und Temperatur	15
4.1.2 Auswirkungen des Windes und des Schneeschlages	16
4.1.3 Bedeutung des Wasserhaushaltes und der Nährstoffverfügbarkeit	16
4.2 Vegetationsgeographische Gliederung der Arktis	18
<b>5. Der Naturraum Spitzbergen</b>	<b>23</b>
5.1 Die geologischen Verhältnisse	23
5.2 Ein geomorphologischer Überblick	26
5.3 Die klimatischen Verhältnisse	29
5.4 Eine vegetationsgeographische Einordnung des Untersuchungsraumes	35
5.4.1 Vegetationsgeographische Gliederung Svalbards	37
5.4.1.1 Vegetationszonen	37
5.4.1.2 Höhenstufen der Vegetation	43
<b>6. Die Pflanzengesellschaften Nordwestspitzbergens: Ergebnisse und Diskussion</b>	<b>47</b>
6.1 Gesellschaften der Meeresküste: Salzrasen und Küstendünen	47
6.1.1 Salzrasen	47
6.1.1.1 Puccinellietum phryganodis	48
6.1.1.2 Caricetum subspathaceae	50
6.1.1.3 Caricetum ursinae	52
6.1.1.4 Zusammenfassung Salzrasen	53
6.1.2 Küstendünenvegetation - Mertensietum maritimae	55
6.2 Wasser- und Moorvegetation	57
6.2.1 Arctophiletum fulvae	57
6.2.2 Pleuropogon sabinei-Gesellschaft	59
6.2.3 Drepanoclado-Ranunculetum hyperborei	61
6.2.4 Bryo-Dupontietum pelligerae	62

	Seite	
6.2.5	Caricetum stantis	65
6.2.6	Calliergono-Caricetum saxatilis	66
6.2.7	Carex lachenalii-Gesellschaft	68
6.2.8	Carex parallela-Gesellschaft	70
6.2.9	Weitere Gesellschaften	72
	6.2.9.1 Eriophorum angustifolium ssp. triste-Gesellschaft	72
	6.2.9.2 Carex maritima-Gesellschaft	73
	6.2.9.3 Carex capillaris-Gesellschaft	74
6.2.10	Zusammenfassung Wasser- und Moorvegetation	75
<b>6.3</b>	<b>Naßstellenvegetation</b>	<b>76</b>
6.3.1	Calliergono-Bryetum cryophili	77
6.3.2	Tomenthypnetum involuti	79
6.3.3	Deschampsietum alpinae	82
6.3.4	Zusammenfassung Naßstellenvegetation	85
<b>6.4</b>	<b>Gesellschaften der Fleckentundra</b>	<b>86</b>
6.4.1	Puccinellietum angustatae ass. nov.	86
6.4.2	Potentilletum pulchellae ass. nov.	88
6.4.3	Saxifraga oppositifolia-Gesellschaft	92
6.4.4	Krustenflechten-Saxifraga oppositifolia-Gesellschaft	93
6.4.5	Papaveretum dahliani	95
6.4.6	(Anthelio-) Luzuletum arcuatae	98
6.4.7	Sphaerophoro-Racomitrietum lanuginosi	101
6.4.8	Racomitrium canescens-Gesellschaft	104
6.4.9	Oxyrio-Trisetetum spicati	105
6.4.10	Festuca rubra ssp. arctica-Gesellschaft	107
6.4.11	Festuca baffinensis-Gesellschaft	108
6.4.12	Luzula arctica-Gesellschaft	109
6.4.13	Zusammenfassung Fleckentundra	110
<b>6.5</b>	<b>Schneebodenvegetation</b>	<b>113</b>
6.5.1	Phippsia algida-Ranunculus pygmaeus-Gesellschaft	114
6.5.2	Phippsietum algidae-concinnae	116
6.5.3	Cerastio regelii-Poetum alpinae	118
6.5.4	Salicetum polaris	123
6.5.5	Salix reticulata-Gesellschaft	129
6.5.6	Cetrarietum delisei	130
6.5.7	Zusammenfassung Schneebodenvegetation	137
<b>6.6</b>	<b>Zwergstrauchheiden</b>	<b>140</b>
6.6.1	Caricetum nardinae	142
6.6.2	Carici rupestris-Dryadetum octopetalae	144
6.6.3	Dryadetum minoris	148
6.6.4	Dryado-Cassiopetum tetragonae	152
6.6.5	Empetrum nigrum ssp. hermaphroditum-Gesellschaft	158
6.6.6	Zusammenfassung Zwergstrauchheiden	160
<b>6.7</b>	<b>Vegetation der Vogelfelsen und Vogelrastplätze</b>	<b>163</b>
6.7.1	Anmerkungen zur Vegetation der Vogelfelsen	164
6.7.2	Anmerkungen zur Vegetation der Vogelrastplätze	167
	6.7.2.1 Poa arctica ssp. caespitans-Vogelrastplatzgesellschaft	168
	6.7.2.2 Brachythecium turgidum-Festuca rubra ssp. arctica-Vogelrastplatzgesellschaft	169

6.7.2.3	Brachytheceium turgidum-Poa pratensis ssp. alpigena-Vogelrastplatzgesellschaft	170
6.7.2.4	Puccinellia angustata ssp. palibinii-Vogelrastplatzgesellschaft	171
6.7.2.5	Weitere Vogelrastplatzgesellschaften	172
6.7.2.6	Zusammenfassung Vegetation der Vogelfelsen und Vogelrastplätze	173
6.8	Regionaler Exkurs: Gefäßpflanzenflora und Vegetation im inneren Woodfjorden	175
6.8.1	Physisch-geographische Verhältnisse im inneren Woodfjorden	175
6.8.2	Gefäßpflanzenflora und Vegetation des inneren Woodfjorden	177
<b>7.</b>	<b>Schlußbetrachtung</b>	<b>183</b>
	<b>Literaturverzeichnis</b>	<b>193</b>
	<b>Anhang</b>	
A.	(Teil-) Stetigkeitstabellen	
B.	Pflanzensoziologische Tabellen: Tab. 49, 51, 53 und 56	
C.	Vergleichende Gefäßpflanzenliste Liefde-, Woodfjord und Eidembukta	

# Abbildungsverzeichnis

	Seite
Abb. 1: Die Lage Svalbards im Europäischen Nordmeer	1
Abb. 2: Namenskarte Svalbard	4
Abb. 3: Abgrenzung des Untersuchungsraumes und der Untersuchungsgebiete in Spitzbergen 1992 und 1996	6
Abb. 4: Der Lebendgebärende Knöterich, <i>Bistorta vivipara</i> , mit blütenstandsbürtigen Bulbillen	14
Abb. 5: Die Polsterpflanze <i>Silene acaulis</i> mit südwestexponierten Blüten	15
Abb. 6: Der Vogelfelsen "Ankerfjellet" im St. Jonsfjorden (Westspitzbergen)	18
Abb. 7: Vegetationsgeographische Gliederung der europäischen Arktis und angrenzender Gebiete	21
Abb. 8: Geologische Übersichtskarte von Spitzbergen	24
Abb. 9: Temperaturschwankungen und -trends an der meteorologischen Station Isfjord Radio 1912 - 1976	30
Abb. 10: Grenzen der Meereisverbreitung im Europäischen Nordmeer während des Monats März (1971 - 1980)	31
Abb. 11: Oberflächenströmungen in den Meeren um Svalbard	32
Abb. 12: Florenreiche Gebiete Spitzbergens nach NATHORST (1883)	38
Abb. 13: Florenreiche Gebiete Spitzbergens nach RØNNING (1963)	39
Abb. 14: Bioklimatische Zonen Svalbards nach SUMMERHAYES & ELTON (1928)	40
Abb. 15: Vegetationsgeographische Gliederung Svalbards nach ELVEBAKK (1989)	41
Abb. 16: Vegetationszonen Svalbards ohne Bjørnøya nach MÖLLER & THANNHEISER (1998)	43
Abb. 17: Höhengrenzen ausgewählter Pflanzenarten entlang eines Süd-Nord-Gradienten von Norwegen nach Svalbard	44
Abb. 18: Abnahme der Gefäßpflanzenarten mit zunehmender Höhe über dem Meer auf Spitzbergen	45
Abb. 19: Idealisiertes Blockprofil zur Anordnung von Vegetationstypen an der Nordseite der Germanialhalvøya	46
Abb. 20: Schematische Zonierung der Salzrasengesellschaften in Nordwestspitzbergen	54
Abb. 21: Schematisiertes und idealisiertes Profil zur Küstenvegetation an einer Lagune bei Gåsebu (Brøggerhalvøya, Kongsfjorden)	56
Abb. 22: Von Gänsen abgeweidete <i>Arctophila fulva</i>	59
Abb. 23: Schema der Vegetationsverteilung innerhalb der <i>Pleuropogon sabinei</i> -Gesellschaft an einem Tümpel auf der Reinsdyrflya (etwa 100 m westlich der Worsley-Hütte)	60
Abb. 24: Schema der Vegetationsanordnung an einem See mit <i>Drepanoclado-Ranunculetum hyperborei</i> auf den Lernerøyane (Liefdefjorden)	61
Abb. 25: Schema zur Vegetationsanordnung an einem Seeufer mit <i>Bryo-Dupontietum pelligeræ</i> auf der Reinsdyrflya	63
Abb. 26: Schematische Vegetationsanordnung auf einer gehobenen Meeresterrasse im Sverrefjellet (Bockfjorden)	67
Abb. 27: Schematische Vegetationsanordnung mit der <i>Carex lachenalii</i> -Gesellschaft auf der Roosflya (Woodfjorden)	69
Abb. 28: Das <i>Calliergono-Bryetum cryophili</i> im Liefdefjorden	77
Abb. 29: Durch Rieselwasser überschwemmtes <i>Deschampsietum alpinae</i> auf der Küstenebene an der Eidembukta (Westspitzbergen)	82
Abb. 30: Schema der Vegetationsanordnung mit einem typisch positionierten <i>Potentilletum pulchellæ</i> am Kapp Kjeldsen (Bockfjorden)	88
Abb. 31: Schema zum <i>Potentilletum pulchellæ</i> an einem Bacheinschnitt im Sverrefjellet (Bockfjorden)	90
Abb. 32: Das <i>Phippsietum algidae-concinnae</i> in einem inaktiven Steinring im Liefdefjorden	116
Abb. 33: Schematische Vegetationsanordnung mit dem <i>Phippsietum algidae-concinnae</i> auf der Reinsdyrflya	117
Abb. 34: Schematische Vegetationsanordnung mit dem <i>Cerastio regelii-Poetum alpinae</i> im Sverrefjellet (Bockfjorden)	120
Abb. 35: Schematische Vegetationsanordnung mit dem <i>Salicetum polaris</i>	

	Seite
drepanocladetosum uncinati am Isthmus der Lernerhalbinsel (Liefdefjorden)	127
Abb. 36: Schema zur Vegetationsverteilung an der Ankerneset (St. Jonsfjorden)	136
Abb. 37: Idealisertes Blockprofil zur Anordnung der Gesellschaften der Schneebodenvegetation	139
Abb. 38: Das Caricetum nardinae auf marmorhaltigem Moränenschutt nordöstlich des Monacobreen (Liefdefjorden)	142
Abb. 39: Vegetationsprofil der südlichen Roosflya (Woodfjorden) mit der typischen Position des Dryadetum minoris	148
Abb. 40: Das Dryado-Cassiopetum tetragonae in typischer Muldenlage auf sandigem Moränenmaterial über "Wood Bay-Schiefer" des Devons	152
Abb. 41: Das Dryado-Cassiopetum tetragonae vermittelt in unteren Hanglagen von chionophoben Dryas-Gesellschaften zur Schneebodenvegetation (gehobene Strandterrassen, Sverrefjellet)	153
Abb. 42: Idealprofil der Dryas-reichen Pflanzengesellschaften Nordwestspitzbergens mit kennzeichnenden Merkmalen	161
Abb. 43: Die Vegetation des Vogelfelsens "Bulltinden" im St. Jonsfjorden setzt sich bereits von weitem von der umgebenden Tundravegetation ab	163
Abb. 44: Typische Lage einer Vogelrastplatzgesellschaft (Brachythecium turgidum-Poa pratensis ssp. alpigena-Gesellschaft) im Relief als Ergebnis der Funktion als Vogelaussichtsplatz	164
Abb. 45: Idealisertes Schema zur Vegetationszonierung und zu ökofunktionalen Zusammenhängen an Vogelfelsen in Nordwestspitzbergen (mit Beispielen vom "Lagoon cliff" im Liefdefjorden)	165
Abb. 46: Übersichtskarte zum Untersuchungsraum Woodfjorden mit dem Arbeitsgebiet des inneren Woodfjorden und der Lage der Vegetationskarten (Abb. 47 bis 50)	176
Abb. 47: Vegetationsverhältnisse am und im Tal am Kapp Ringertz	179
Abb. 48: Vegetationsverhältnisse im äußeren Woodfjorddalen	180
Abb. 49: Vegetationsverhältnisse am und im Piræusdalen	181
Abb. 50: Vegetationsverhältnisse im inneren Woodfjorddalen	182
Abb. 51: Gesamt-Phytomasse von Pflanzengesellschaften Nordwestspitzbergens mit einigen Vergleichswerten anderer arktischer Regionen	185
Abb. 52: Oberirdische Phytomasse von Pflanzengesellschaften Spitzbergens mit einigen Vergleichswerten anderer arktischer Regionen	186

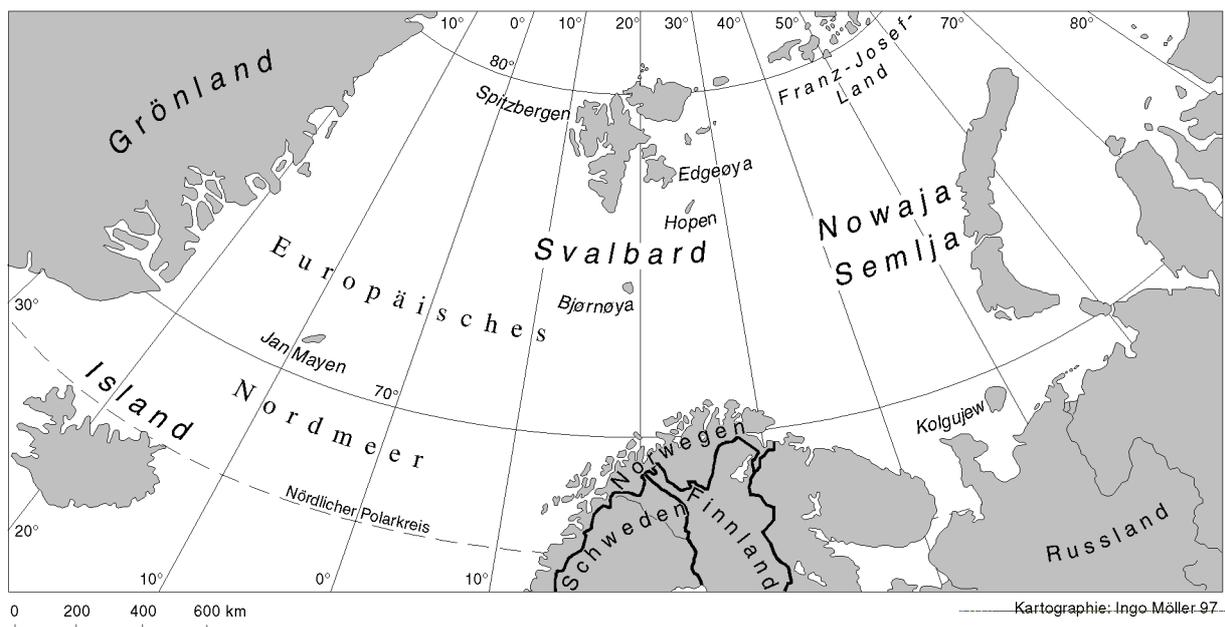
# Tabellenverzeichnis

	Seite
Tab. 1: Zusammenstellung ausgewählter vegetationsgeographischer Gliederungen der Arktis	20
Tab. 2: Auftautiefen des Permafrostes im Spätsommer 1991 - 1996 am Kapp Linné	28
Tab. 3: Ausgewählte klimatische Parameter meteorologischer Stationen Spitzbergens, Bjørnøyas und Hopens	33
Tab. 4: Ausgewählte klimatische Parameter einiger arktischer Vergleichsstationen.	34
Tab. 5: Puccinellietum phryganodis Hadač 1946	49
Tab. 6: Caricetum subspathaceae Hadač 1946	51
Tab. 7: Caricetum ursinae Hadač 1946	53
Tab. 8: Stetigkeitstabelle der Salzrasen-Gesellschaften	55
Tab. 9: Mertensietum maritimae (Nordh. 1940) Thannh. 1981	56
Tab. 10: Arctophiletum fulvae (Lambert 1968) Thannh. 1976	58
Tab. 11: Pleuropogon sabinei-Gesellschaft	61
Tab. 12: Drepanoclado-Ranunculetum hyperborei Hadač 1989	62
Tab. 13: Bryo-Dupontietum pelligeriae Hadač (1946) 1989	64
Tab. 14: Caricetum stantis Barrett & Krajina 1972	66
Tab. 15: Calliergono-Caricetum saxatilis (Nordh. 1928) Dierßen 1982	68
Tab. 16: Carex lachenalii-Gesellschaft	70
Tab. 17: Carex parallela-Gesellschaft	71
Tab. 18: Eriophorum angustifolium ssp. triste-Gesellschaft	73
Tab. 19: Carex maritima-Gesellschaft	74
Tab. 20: Carex capillaris-Gesellschaft	75
Tab. 21: Calliergono-Bryetum cryophili Hofm. 1968	78
Tab. 22: Tomenthypnetum involuti Hadač 1946	81
Tab. 23: Deschampsietum alpinae (Samuelsson 1913) Nordh. 1943	84
Tab. 24: Puccinellietum angustatae ass. nov.	87
Tab. 25: Potentilletum pulchellae ass. nov.	91
Tab. 26: Saxifraga oppositifolia-Gesellschaft	92
Tab. 27: Krustenflechten-Saxifraga oppositifolia-Gesellschaft	94
Tab. 28: Papaveretum dahliani Hofm. 1968	97
Tab. 29: (Anthelio-) Luzuletum arcuatae Nordh. 1928	100
Tab. 30: Sphaerophoro-Racomitrietum lanuginosi (Hadač 1946) Hofm. 1968	103
Tab. 31: Racomitrium canescens-Gesellschaft	104
Tab. 32: Oxyrio-Trisetetum spicati Hadač (1946) 1989	106
Tab. 33: Festuca rubra ssp. arctica-Gesellschaft	107
Tab. 34: Festuca baffinensis-Gesellschaft	109
Tab. 35: Luzula arctica-Gesellschaft	110
Tab. 36: Konstante Arten und Präferenzarten der Gesellschaften der Fleckentundra	112
Tab. 37: Phippsia algida-Ranunculus pygmaeus-Gesellschaft	115
Tab. 38: Phippsietum algidae-concinnae Nordh. 1943	118
Tab. 39: Cerastio regelii-Poetum alpinae Dierßen 1992, Fragmentarische Subassoziation	119
Tab. 40: Cerastio regelii-Poetum alpinae Dierßen 1992, Typische Subassoziation, Typische Variante	121
Tab. 41: Cerastio regelii-Poetum alpinae Dierßen 1992, Typische Subassoziation, Variante von Oxyria digyna; mit einem Stetigkeitsvergleich der Assoziationsuntereinheiten	122
Tab. 42: Salicetum polaris Gjørev. 1950, Typische Subassoziation	124
Tab. 43: Salicetum polaris drepanocladetosum uncinati subass. nov., Typische Variante	126
Tab. 44: Salicetum polaris drepanocladetosum uncinati, Variante von Carex fuliginosa ssp. misandra; mit einem Stetigkeitsvergleich mit Subassoziationsvarianten	128
Tab. 45: Salix reticulata-Gesellschaft	129
Tab. 46: Cetrarietum delisei typicum subass. nov.	134
Tab. 47: Cetrarietum delisei salicetosum polaris subass. nov.	135
Tab. 48: Konstante Arten und Präferenzarten der Gesellschaften der Schneebodenvegetation	138

	Seite
Tab. 49: <i>Caricetum nardinae</i> Nordh. 1935	An. B
Tab. 50: <i>Carici rupestris-Dryadetum octopetalae</i> Rønning 1965, Typische Subassoziation	147
Tab. 51: <i>Carici rupestris-Dryadetum octopetalae</i> Rønning 1965, Subassoziation von <i>Salix polaris</i>	An. B
Tab. 52: <i>Dryadetum minoris</i> Hadač 1946, Typische Subassoziation	150
Tab. 53: <i>Dryadetum minoris</i> Hadač 1946, Subassoziation von <i>Salix polaris</i>	An. B
Tab. 54: <i>Dryado-Cassiopetum tetragonae</i> Hadač (1946) 1989, Fragmentarische Subassoziation	155
Tab. 55: <i>Dryado-Cassiopetum tetragonae</i> Hadač (1946) 1989, Typische Subassoziation, Typische Variante	157
Tab. 56: <i>Dryado-Cassiopetum tetragonae</i> Hadač (1946) 1989, Typische Subassoziation, Variante von <i>Carex rupestris</i>	An. B
Tab. 57: <i>Empetrum nigrum</i> ssp. <i>hermaphroditum</i> -Gesellschaft	159
Tab. 58: Konstante Arten und Präferenzarten der Gesellschaften der Zwergstrauchheiden	162
Tab. 59: <i>Poa arctica</i> ssp. <i>caespitans</i> -Vogelrastplatzgesellschaft	168
Tab. 60: <i>Brachythecium turgidum-Festuca rubra</i> ssp. <i>arctica</i> -Vogelrastplatzgesellschaft	169
Tab. 61: <i>Brachythecium turgidum-Poa pratensis</i> ssp. <i>alpigena</i> -Vogelrastplatzgesellschaft	171
Tab. 62: <i>Puccinellia angustata</i> ssp. <i>palibinii</i> -Vogelrastplatzgesellschaft	172
Tab. 63: Vegetation der Vogelrastplätze an der Eidembukta	173
Tab. 64: Pflanzengesellschaften des inneren Woodfjorden	178
Tab. 65: Syntaxonomische und synsystematische Übersicht der Pflanzengesellschaften Nordwestspitzbergens	187

# 1. Einleitung

Spitzbergen ist mit etwa 39 000 km<sup>2</sup> die größte Insel des seit 1925 unter norwegischer Souveränität stehenden Inselarchipels Svalbard. Am Nordwestrand des Barentsschelfs gelegen, erstreckt sich die Inselgruppe von 74° bis 81° N und von 10° bis 35° E (Abb. 1). Sie umfaßt neben Spitzbergen die drei großen Inseln Nordaustlandet (15 000 km<sup>2</sup>), Edgeøya (5000 km<sup>2</sup>) und Barentsøya (1300 km<sup>2</sup>) sowie die kleineren Inseln Kvitøya, Kong-Karls-Land, Prins-Karls-Forland, Hopen und, am südlichsten gelegen, die Bjørnøya<sup>1</sup>. Durch viele weitere Inseln ergänzt, beträgt die Landoberfläche rund 63 000 km<sup>2</sup> (HISDAL 1985: 7), was in etwa der Fläche der Bundesländer Schleswig-Holstein und Niedersachsen entspricht.



**Abb. 1: Die Lage Svalbards im Europäischen Nordmeer.**

Der Name Svalbard geht auf eine altnordische Bezeichnung des Archipels zurück und bedeutet "Kalte Kante/Kalte Küste". Aufgrund eines Eintrags in der alten isländischen Chronik wird heute davon ausgegangen, daß Wikinger am Ende des 12./Anfang des 13. Jahrhunderts die Inselgruppe besucht haben. Durch die vagen und unsicheren Angaben in den Aufzeichnungen ist dies jedoch nicht zu beweisen<sup>2</sup>. Als Entdecker gilt deshalb der niederländische Seefahrer Willem Barents, der 1596 auf der

<sup>1</sup> 1969 wurden die Namen der Inseln von norwegischer Seite "offiziell" festgelegt. Um Verwechslungen zu vermeiden, werden daher im folgenden auch jene Namen verwendet. Eine Ausnahme bleibt allerdings der Name der Hauptinsel Spitzbergen, norwegisch Spitsbergen (früher auch Vestspitsbergen = Westspitzbergen), für die die deutsche Schreibweise bevorzugt wird. Weitere deutsche Namen der genannten Inseln sind: Nordostland (Nordaustlandet), Edge-Insel (Edgeøya), Barents-Insel (Barentsøya), Weiße Insel (Kvitøya), König Karls-Land (Kong Karls-Land), Prinz Karls-Vorland (Prins Karls-Forland) und Bäreninsel (Bjørnøya).

<sup>2</sup> Den Aufzeichnungen zufolge war das nördlich von Havsbotn gelegene Land über eine viertägige Segelfahrt zu erreichen. Man nahm an, daß es ein Teil Grönlands war. Die Fragen 'Wer Svalbard entdeckte', 'Wann dies geschah' (1194?) und 'Welche Region oder Insel entdeckt wurde' lassen sich aus der isländischen Chronik jedoch keinesfalls beantworten. Da um 1000 n. Chr. in den nördlichen Breiten eine wärmere Klimaperiode vorherrschte (stellvertretend BARANOWSKI & KARLEN 1976), ist ein Abstecher der Wikinger zum Inselarchipel aber durchaus denkbar.

Suche nach der Nordostpassage<sup>3</sup> zunächst zur Bjørnøya und dann an die Küste Nordwestspitzbergens gelangte.

## 1.1 Stand der vegetationsgeographischen Forschung in Svalbard

Innerhalb des letzten Jahrzehnts sind auf Spitzbergen zunehmend intensive Forschungsaktivitäten verschiedener Nationen festzustellen. Im Sommer beschäftigen sich zum Teil über 100 Wissenschaftler vor Ort mit den unterschiedlichsten Problemen arktischer Ökosysteme. Einen Einblick in die vielfältigen Fragestellungen gibt das jährlich erscheinende Heft der Schriftreihe *Research in Svalbard*, welche vom Norsk Polarinstitut herausgegeben wird. Die meisten Forschungsaktivitäten konzentrieren sich um den norwegischen Ort Longyearbyen und Ny Ålesund und geschehen ausgehend von den ortsfesten Forschungsstationen im Raum Adventdalen bzw. Kongsfjorden. Das generelle Ziel der Forschungen besteht in der Sammlung von Basisdaten und weiterführenden Erkenntnissen über die komplexen Vorgänge innerhalb der arktischen Ökosysteme oder ihrer Kompartimente. Vor zahlreichen Hintergründen unterschiedlicher räumlicher Dimension - wie zum Beispiel den Folgen eines "global warming" and "climatic change" oder einer möglichen Überweidungsproblematik durch Rentiere und den nicht nur daraus bestehenden Problemen des Natur- und Umweltschutzes - gewinnt die Vegetation Spitzbergens seit einigen Jahren immer mehr an Bedeutung.

Trotz der weitgehend anerkannten Bedeutung der Pflanzendecke als Speicher und Regler innerhalb der Ökosysteme liegen aus Spitzbergen bisher nur relativ wenige vegetationskundliche Studien vor, die seit den 1920er Jahren als detaillierte Spezialuntersuchungen entweder unter lokalen, regionalen oder syntaxonomischen/synsystematischen Gesichtspunkten durchgeführt wurden. Verzeichnisse über die vegetationskundlichen Arbeiten haben SUNDING (1990) und, etwas weiter gefaßt, THANNHEISER & MÖLLER (1992) erstellt. Mit Ausnahme der guten, aber doch stark komprimierten und vereinfachenden Übersichten über die Vegetationseinheiten Spitzbergens von HADAČ (1989) bzw. Svalbards von ELVEBAKK (1994) mangelt es bis heute vor allem an vegetationskundlichen Arbeiten, die Spitzbergen bzw. das Inselarchipel Svalbard insgesamt betreffen.

Als erste vegetationskundliche Arbeit im pflanzensoziologischen Sinne erschien die Arbeit von HADAČ (1946) über die Pflanzengesellschaften des Sassengebietes zwischen Adventfjorden und Sassenfjorden<sup>4</sup>. Die Gesellschaften der *Dryas octopetala*-Heiden, des Verbandes **Caricion nardinae** Nordhagen 1935, bearbeitete RØNNING (1965) ausführlich. Unter der von ihm gewählten Bezeichnung **Dryadion** Du Rietz 1942 fand der Verband Eingang in zahlreiche nachfolgende Arbeiten. Unter sorgfältiger Berücksichtigung der Kryptogamenflora erschien von EUROLA (1968) die Arbeit über die "Fjellheide". Die von ihm unterschiedenen Pflanzengesellschaften bleiben allerdings schwer vergleichbar, da sie nach einer selbstentwickelten Methode abgegrenzt wurden, die sich in der vegetationskundlichen Arbeit nicht durchgesetzt hat. Dies gilt in ähnlicher Weise auch für die Studie über die Pflanzengesellschaften Kaffiøyra an der Westküste Spitzbergens von GUGNACKA-FIEDOR & NORYSKIEWICZ (1982). An die letztgenannte Studie schließt in räumlicher Hinsicht die Fallstudie über die Pflanzengesellschaften der südlich gelegenen Eidembukta von MÖLLER, THANNHEISER &

<sup>3</sup> Die Nordostpassage und die Nordwestpassage, also die Suche nach diesen schiffbaren Handelswegen von Europa nach Indien und China, waren zu jener Zeit für die Niederlande und für England von sehr großem politisch-ökonomischen Interesse. Da die südliche Route über das Kap der Guten Hoffnung von den Seemächten Spanien und Portugal mehr oder weniger kontrolliert werden konnte, waren die lukrativen Handelsmärkte im asiatischen Raum für beide Staaten nicht vollkommen frei zugänglich. In den letzten Dekaden des 16. Jh. zielten die Anstrengungen der Engländer auf der Suche nach einer nördlichen Route daher in westliche Richtungen, die der Niederländer in östliche.

<sup>4</sup> Zu den Lokalitäten siehe Abb. 2.

WÜTHRICH (1998) an. In ihr werden allerdings nur zusammenfassende Stetigkeitstabellen und eine synsoziologische Tabelle präsentiert. Eine ausführliche Schilderung der Vegetation des Freemansundet-Gebietes (S-Barents- und N-Edgeøya) liefert HOFMANN (1968). Über die Moosvegetation des gleichen Gebietes vermittelt PHILIPPI (1973) einen Eindruck. Weitere Informationen zur Vegetation der nördlichen Edgeøya können HEINEMEIJER (1979) entnommen werden. ARNELL & MÅRTENSSON (1958) bearbeiten demgegenüber intensiv die Moosflora der Kongsfjorden-Umgebung und KUC (1963) die des Hornsund-Gebietes. Auch wenn in beiden Arbeiten keine soziologischen Tabellen enthalten sind, liefern sie dennoch einige Informationen zur Moosvegetation der bearbeiteten Gebiete. Mit der Meeresstrandvegetation Spitzbergens befassen sich pflanzensoziologische Studien von HOFMANN (1969) und THANNHEISER & HOFMANN (1977). THANNHEISER (1976) vermittelt auch einen kleinen Überblick über die Gesellschaften der Ufer- und Sumpfvvegetation. Dagegen widmen sich EUROLA & HAKALA (1977) der Vogelfelsenvegetation entlang der Westküste Spitzbergens. Einige Informationen zu den Pflanzengesellschaften können außerdem fünf norwegischen Staatsexamensarbeiten aus dem Jahre 1979 bzw. 1981 entnommen werden. Sie basieren auf Geländearbeiten in verschiedenen Bereichen Spitzbergens und sind durchaus unterschiedlich ausgerichtet. Die Ufervegetation im weitesten Sinn ist Gegenstand der Untersuchungen von BRATTBAKK (1979), während sich HERSTAD (1981) mit ausgewählten Vegetationseinheiten des Bolterdalen beschäftigt. In vergleichender Weise bearbeitet LUND (1979) die "Luzulamark" des Adventdalen und der Brøggerhalvøya. ELVEBAKK (1979) und HERMANSEN (1979) befassen sich schließlich mit mehreren Pflanzengesellschaften der Brøggerhalvøya. Aus dem Gebiet der Brøggerhalvøya stammt darüber hinaus die Arbeit von BROSSARD ET AL. (1984) über flechtendominierte Pflanzengesellschaften um Ny Ålesund. Einen Eindruck von den Pflanzengemeinschaften der Isfjorden-Umgebung verschaffen neben der oben genannten Arbeit von HADAČ (1946) insbesondere die Publikationen von HARTMANN (1980) und KOBAYASHI, KASHIWIDANI & DEGUCHI (1990). HARTMANN beschreibt einige Vegetationseinheiten aus dem Bereich zwischen dem Adventdalen und dem Bjørndalen; KOBAYASHI, KASHIWIDANI & DEGUCHI einige der Bohemanflya. Über die Pflanzengesellschaften aus dem Gebiet des inneren Billefjorden, einem Seitenarm des Isfjorden, berichten MÖLLER & THANNHEISER (1997). In dieser Publikation finden sich Stetigkeitstabellen über die Zwergstrauchheiden und eine synsoziologische Tabelle über das Gesellschaftsinventar ihres Untersuchungsgebietes Mimerdalen. Für die Südküste des Liefdefjorden in Nordspitzbergen bezieht THANNHEISER (1994) das gesamte Pflanzengesellschaftsinventar in eine synsoziologische Studie ein und stellt dabei den Wechsel der Vegetationszusammensetzung vom Fjordinneren bis zur Mündung dar. Eine Beschreibung der Pflanzengemeinschaften der Reinsdyrflya, die im Norden an den Liefdefjorden grenzt, ist Gegenstand der Studie von DAHLE (1983). Einen Überblick über die Pflanzengemeinschaften Südspitzbergens geben dagegen DUBIEL & OLECH (1990) in ihrer Publikation über die Pflanzengesellschaften des NW-Sørkapp Lands. Schließlich sollen in dieser Auflistung die Studien von WEGENER, HANSEN & JACOBSEN (1992), NILSEN (1997), VIRTANEN & EUROLA (1997) und VIRTANEN ET AL. (1997) nicht unerwähnt bleiben, in denen die Bearbeitung der Pflanzengesellschaften in den jeweiligen Untersuchungsgebieten auf numerischen Klassifikations- und Ordinationsverfahren basiert.

Allein dieser kurze Abriß der vegetationskundlichen Arbeiten im pflanzensoziologischen Sinne - der keinen Anspruch auf Vollständigkeit erhebt - zeigt, daß sich die Bearbeitung der Vegetation Spitzbergens nicht mehr im Anfangsstadium befindet, obwohl nur relativ wenige Arbeiten existieren. Es lassen sich zahlreiche Informationen aus den unterschiedlichsten Publikationen zusammentragen. Ein Vergleich und eine überregionale Zusammenschau wird allerdings dadurch erschwert, daß die Vegetationsaufnahmen und deren Auswertung von verschiedenen Autoren nach verschiedenen Methoden durchgeführt wurden. Weiterhin wird deutlich, daß es an der Zeit ist, eine Synopsis über die Pflanzengesellschaften Spitzbergens bzw. Svalbards zu erstellen. Diese würde zukünftigen

Arbeiten eine Grundlage schaffen, durch die zumindest gleiche Termini für gleiche Untersuchungsobjekte verwendet werden können.



Abb. 2: Namenskarte Svalbard.

## 2. Fragestellungen und Arbeitsansatz

Ausgehend von dem zuvor beschriebenen Mangel einer Synopsis über die Pflanzengesellschaften Spitzbergens wird mit dieser Arbeit ein Schritt in diese Richtung vollzogen. Für den Teilraum Nordwestspitzbergen wird eine umfassende und zusammenhängende Untersuchung der Vegetationseinheiten angestrebt. Die Arbeit will ein grundlegendes Gliederungsschema erarbeiten, in das bestehende und folgende pflanzensoziologische Studien aus Spitzbergen eingefügt werden können und somit eine spätere Übertragung auf Gesamt-Spitzbergen möglich ist. Ein solches Gliederungsschema der Vegetation (Nordwest-) Spitzbergens hat nicht nur eine Relevanz für vegetationsgeographische Studien an sich. Auch landschaftsökologische Untersuchungen oder ökophysiologische Arbeiten, die die Pflanzendecke zum Forschungsgegenstand haben oder sie als integrativen Indikator von Standorteigenschaften verwenden, profitieren von einer möglichst exakten Ansprache des Untersuchungsobjektes; zum Teil werden Ergebnisse sogar erst vergleichbar oder flächenbezogen extrapolierbar.

Der Untersuchungsraum Nordwestspitzbergen umfaßt die Landflächen nördlich des Isfjorden und westlich des Wijdefjorden. Im Osten wird es zudem durch eine imaginäre Linie zwischen dem inneren Wijdefjorden (Austfjorden) und der Petuniabukta im inneren Billefjorden begrenzt. Innerhalb dieses Raumes befinden sich die eigenen Untersuchungsschwerpunktgebiete, in denen intensive pflanzensoziologische Untersuchungen vorgenommen wurden (s. Abb. 3).

Die Untersuchungsgebiete Liefdefjorden, Bockfjorden, Woodfjorden, St. Jonsfjorden, Eidembukta, Mimerdalen und Hugindalen decken flächenmäßig zwar nicht den gesamten Raum Nordwestspitzbergens ab, können aber hinsichtlich ihrer komplexen Standortstrukturen als repräsentativ angesehen werden, was aus dem Vergleich mit und den Informationen aus anderen Arbeiten deutlich wird.

Der hier vorgelegte Ansatz zu einer Synopsis der Pflanzengesellschaften Nordwestspitzbergens verfolgt das Ziel die Phytozönosen zu erfassen, zu gliedern und in ihren ökologischen Bedingungen zu charakterisieren.

Dem Ziel der Erfassung folgend, bestand ein Teilschritt der Untersuchung darin, möglichst zahlreiche Bestandsaufnahmen der vorherrschenden Vegetation in mehreren, verschiedenen Testgebieten durchzuführen. Die Basis der Arbeit bilden deshalb rund 650 pflanzensoziologische Vegetationsaufnahmen aus den genannten Untersuchungsgebieten, von denen hier etwa 580 tabellarisch wiedergegeben werden. Informationen, die weit verstreut in der Literatur zu finden sind, werden überwiegend zu Vergleichszwecken herangezogen. Dies geschieht insbesondere vor dem Hintergrund, die eigenen durch Tabellenarbeit erhaltenen soziologischen Pflanzengruppierungen bereits bekannten Pflanzengesellschaften gegenüberzustellen. Die zeitliche Begrenzung der Geländeaufenthalte ließ es leider nicht zu, sämtliche Vegetationseinheiten Nordwestspitzbergens zu erfassen. Aus diesem Grund konnten im Rahmen der eigenen Untersuchungen die Vegetation der kryptogamen-dominierten Vegetation der Blockschutthalden, der Felsspalten und -fugen sowie der sehr späten Schneeböden nur ungenügend bearbeitet werden. Zudem reichen die eigenen Vegetationsaufnahmen nicht aus, um die anthropogene Vegetation in den Siedlungen hinreichend genau zu charakterisieren. Die genannten Vegetationseinheiten werden in dieser Studie deshalb nicht berücksichtigt. Außerdem sind Ergebnisse aus den Feldstudien im Mimerdalen und im Hugindalen (einschließlich der pflanzensoziologischen Aufnahmen) aus der vorliegenden Arbeit weitestgehend ausgeklammert, da sie bereits publiziert wurden (MÖLLER & THANNHEISER 1997) bzw. vor der Veröffentlichung stehen.

Gemäß diesen Ausführungen will diese Arbeit einen Beitrag zur landschaftsanalytischen Vegetationsgeographie<sup>5</sup> und zur regionalen Vegetationsgeographie Svalbards leisten; einerseits, weil versucht wird eine Übersicht auf der Grundlage eigener Untersuchungen und der Auswertung von Literaturinformationen zu erstellen, andererseits aber auch, weil die in die Arbeit einbezogenen Untersuchungsgebiete Woodfjorddalen, St. Jonsfjord und Eidembukta zuvor noch nicht planmäßig von Vegetationskundlern erforscht wurden.

Neben diesem regionalen Aspekt möchte die Arbeit auch einen überregionalen Beitrag zur Einordnung der Pflanzengesellschaften innerhalb der Hocharktis leisten. Sie knüpft damit an die "Resolution for Preparation of an Arctic Circumpolar Database, Classification, and Vegetation Map" an, die 1992 auf dem vom US Man and Biosphere Programme finanzierten "International Workshop on Classification of Circumpolar Arctic Vegetation" in Boulder (Colorado) verabschiedet wurde (vgl. WALKER, DANIELS & MAAREL 1994).



**Abb. 3: Abgrenzung des Untersuchungsraumes und der Untersuchungsgebiete in Spitzbergen 1992 und 1996.**

<sup>5</sup> Im Sinne von SCHMITHÜSEN (1957).

Nicht zuletzt stellt die Arbeit eine Grundlage für spätere, vergleichende Untersuchungen zum Beispiel im Rahmen des "climatic change" bereit. Klimamodelle prognostizieren eine überdurchschnittlich starke Erwärmung in der Arktis (u.a. MANABE & WETHERALD 1980 und MITCHELL ET AL. 1990), die sich zumindest in der Hocharktis teilweise mit langjährigen Datenreihen nachweisen läßt. In diesem Zusammenhang wurde für Spitzbergen in den letzten Jahren mehrfach auf die Möglichkeit einer weiteren Ausbreitung thermophiler Pflanzenarten (WÜTHRICH 1991, THANNHEISER 1994, ELVEBAKK & SPJELKAVIK 1995) oder einer Verschiebung von Pflanzengesellschaftsarealen (THANNHEISER, MÖLLER & WÜTHRICH 1998) hingewiesen. Die für diese Arbeit erstellten Vegetationskarten für den Bereich des inneren Woodfjorden ergänzen deshalb nicht nur bestehende Vegetationskarten Nordwestspitzbergens (u.a. BRATTBAKK 1981 bis 1985, THANNHEISER 1992, EBERLE, THANNHEISER & WEBER 1993 und MÖLLER, THANNHEISER & WÜTHRICH 1998)<sup>6</sup>, sondern bilden eine großmaßstäbige, hochaufgelöste Grundlage, mit der zukünftige Vegetationsveränderungen überhaupt erst wahrgenommen und dann aber auch quantitativ dokumentiert werden können.

---

<sup>6</sup> Vegetationskarten aus Südwestspitzbergen präsentieren zum Beispiel DUBIEL & OLECH (1985 und 1991).

### 3. Methodische Grundlagen

Gemäß dem Schwerpunkt und den Zielen der Arbeit kommt der Analyse der Vegetation eine zentrale Bedeutung zu. Die vorliegende Bearbeitung der Vegetation Nordwestspitzbergens basiert grundsätzlich auf der floristisch-soziologischen Arbeitsmethode nach der Zürich-Montpellier-Schule (BRAUN-BLANQUET 1964). Der dieser Methode immanente Klassifikationsansatz ist besonders geeignet, um dem Ziel diskrete Vegetationseinheiten zu erarbeiten, nachzugehen. In den Sommermonaten der Jahre 1992 und 1996 wurden - wie bereits erwähnt - insgesamt rund 650 pflanzensoziologische Vegetationsaufnahmen angefertigt, von denen hier etwa 580 wiedergegeben sind. Zusätzlich wurden einige unveröffentlichte Aufnahmen verwertet, die Prof. Dr. D. Thannheiser (Hamburg) freundlicherweise zur Verfügung stellte. Zur Erfassung und Beurteilung der Pflanzendecke wurden in physiognomisch einheitlichen Vegetationsbeständen Probeflächen mit einer Größe zwischen einem und zehn Quadratmetern gewählt. Unter der Beachtung des Minimumareals von Pflanzengesellschaften liegen kleinere Größen nur bei sehr kleinflächigen Beständen vor und wurden nur äußerst selten berücksichtigt. Auf den jeweiligen Analyseflächen wurden die einzelnen Pflanzenarten registriert und ihr Deckungsgrad in Anlehnung an WILMANN'S (1984: 30) nach einer sechsteiligen Skala bestimmt. In den pflanzensoziologischen Tabellen bedeuten:

+	=	≤ 1 %,	punktförmiges Vorkommen,
1	=	1 - 5 %,	kleinflächig,
2	=	5 - 25 %,	häufiger kleinflächig,
3	=	25 - 50 %,	flächig, häufig eingestreut,
4	=	50 - 75 %,	großflächig,
5	=	75 - 100 %.	

Die Kryptogamen spielen bei der Zusammensetzung der meisten Pflanzengesellschaften eine nicht unbedeutende Rolle, sowohl hinsichtlich des Bedeckungsgrades der Erdoberfläche als auch bezüglich der Phytomasse der Pflanzengesellschaften. Insofern wurde versucht, alle Kryptogamenarten in den Bestandsaufnahmen zu berücksichtigen. Da es aber ein Ziel der eigenen Geländearbeit war, möglichst viele Bestandsaufnahmen zu erheben, ist bei weitem nicht auszuschließen, daß die eine oder andere Kryptogamenart im Feld übersehen wurde; selbst wenn von jeder Aufnahmefläche Kryptogamenproben ("Moostütchen") mitgenommen und die Arten nachbestimmt wurden. Wie schon HARTMANN (1980) bemerkt, stünde der zusätzliche Zeitaufwand für eine noch intensivere Zusammenstellung der Moos- und Flechtenarten jedoch in keinem Verhältnis zu einem besseren Ergebnis, da unter den vielen Arten nur eine relativ geringe Anzahl eine wichtige Rolle in der Strukturbildung der arktischen Pflanzengesellschaften zukommt.

Die Bestimmung der Pflanzenarten erfolgte unter Verwendung folgender Monographien. Für die Gefäßpflanzenarten wurden die Werke von ELVEN (1994), RØNNING (1979 und 1996) und OBERDORFER (1990) herangezogen. Die Auswertung der gesammelten Kryptogamenproben erfolgte im Labor unter Zuhilfenahme von Binokular und Mikroskop. Für die Bestimmung der Moose wurden die Arbeiten von NYHOLM (1954 - 1986), ARNELL (1956), LANDWEHR (1966), FRAHM & FREY (1987) sowie FREY ET AL. (1995) verwendet. Die Bestimmung der Flechten erfolgte nach DAHL & KROG (1973), KROG, ØSTHAGEN & TØNSBERG (1980), THOMSON (1984) und WIRTH (1995). An vielen gesammelten Flechtenexemplaren wurden dabei chemische Nachweisreaktionen gemäß KROG, ØSTHAGEN & TØNSBERG (1980) durchgeführt.

Die Nomenklatur richtet sich in der vorliegenden Arbeit für die Gefäßpflanzen nach ELVEN (1994), für Leber- und Laubmoose überwiegend nach FREY ET AL. (1995; mit Ausnahme von *Tomenthypnum nitens* (Hedw.) Loeske statt *Homalothecium nitens* (Hedw.) Robins.) und für Flechten nach WIRTH (1995), ergänzt durch KROG, ØSTHAGEN & TØNSBERG (1980). Die sehr umfangreichen und

aufschlußreichen Artenzusammenstellungen in ELVEBAKK & PRESTRUD (1996) konnten leider nicht mehr aufgenommen werden, da sie erst nach der Aufstellung der pflanzensoziologischen Tabellen zugänglich waren.

Die Auswahl der methodisch geforderten homogenen Aufnahme­flächen ist auf Spitzbergen wie in anderen arktischen Gebieten (und auch alpinen Regionen) nicht immer einfach, da groß­flächige einheitliche Bestände nur selten zu finden sind, selbst wenn überblicks­weise häufig eine Homogenität oder gar Eintönigkeit vorzuherrschen mag. Oft bilden sich, zum Beispiel durch periglaziäre Prozesse wie Kryoturbation oder Solifluktion, klein­räumig wechselnde Mosaik­e von Klein­standorten aus, was sich direkt auf die floristische Zusammensetzung der Bestände auswirkt. Standörtliche Gefälle kommen dabei meist eher durch einen Dominanzwechsel der vorherrschenden Arten als durch eine Verschiebung der Artenzusammensetzung zum Ausdruck. Insofern entspricht die Vegetation hier weit mehr einem Kontinuum als zum Beispiel in der nemoralen Zone Mitteleuropas. Zwischen den einzelnen Gesellschaften sind im Gelände vielfach keine scharfen Grenzen zu ziehen, weshalb einige oft auch nur faziell oder als Rumpfgesellschaft ausgebildet sind. Die Ursachen hierfür könnten in den extremen abiotischen Umweltbedingungen liegen, durch die sich standörtliche Unterschiede verwischen und insbesondere die Konkurrenz zwischen den einzelnen Arten nicht so stark ausgeprägt ist (vgl. Kap. 4). Viele Pflanzenarten verhalten sich wohl infolge des geringeren Konkurrenzdrucks ökologisch sehr flexibel und zeigen eine nur schwache Bindung an bestimmte Standortverhältnisse beziehungsweise Pflanzengesellschaften, was die Typisierung auf klassisch pflanzensoziologische Weise mit Hilfe von Charakter- und Differentialarten erschwert.

Bei der Klassifizierung der artenarmen arktischen Pflanzengesellschaften können dementsprechend nicht nur einzelne wenige Charakter- oder Differentialarten berücksichtigt werden. Vielmehr muß sehr oft das Gesamtbild einer Gesellschaft betrachtet werden, das sich bereits durch kleine Verschiebungen in der Verteilung, der Häufigkeit und der Dominanz einzelner Arten stark ändert. Insofern werden bei der Klassifizierung auch Präferenz- oder Schwerpunk­arten mitberücksichtigt.

Die Synthese der im Gelände erhobenen Vegetationsaufnahmen erfolgte im wesentlichen nach den bei BRAUN-BLANQUET (1964) beschriebenen Methoden. Vegetationsaufnahmen mit ähnlicher Arten­verbindung wurden im Zuge der Tabellenarbeit nach floristischer Übereinstimmung geordnet, so daß Pflanzengesellschaften und deren Untereinheiten (Ausbildungen) erarbeitet werden konnten. Als grundlegende Vegetationseinheiten werden somit die Gesellschaft bzw. die Assoziation herausgestellt, die jeweils durch charakteristische Artenverbindungen gekennzeichnet sind. Innerhalb der artenarmen arktischen Pflanzengesellschaften sind die charakteristischen zumeist auch die dominierenden Arten<sup>7</sup>. Häufig führte eine weitere soziologische Untergliederung der Assoziation bzw. Gesellschaft zu den sogenannten Subassoziationen bzw. Ausbildungen. Diese besitzen wiederum eine jeweils charakteristische Artenzusammensetzung und lassen sich durch eine oder mehrere Trennarten unterscheiden. Eine noch weiterführende Aufgliederung der Subassoziationen in Varianten erfolgte ebenfalls über Trennarten. Enthält eine Subassoziation oder eine Variante keine kennzeichnenden Trennarten, dann wird für sie im folgenden die Bezeichnung "Typisch(e)" verwendet. Gleiches gilt für Ausbildungen und weitere Untereinheiten einer Gesellschaft.

Darüber hinaus wurden die einzelnen Vegetationseinheiten in einer Stetigkeits- oder Teilstetigkeitstabelle zusammengefaßt, um ihren Vergleich zu erleichtern und um eine bessere Übersicht zu ermöglichen. Die Stetigkeit der Arten, ihre Häufigkeit in den Bestandsaufnahmen einer Vegetationseinheit, wurde in diesen Tabellen nach einer siebenteiligen Skala eingestuft:

---

<sup>7</sup> Zur Definition des Assoziationsbegriffes siehe BRAUN-BLANQUET (1964), REICHELDT & WILMANN (1973) und DIERSCHKE (1996).

r	=	≤ 5 %,
+	=	5 - 10 %,
I	=	10 - 20 %,
II	=	20 - 40 %,
III	=	40 - 60 %,
IV	=	60 - 80 %,
V	=	80 - 100 %.

Die Berechnung der Stetigkeit von Vegetationseinheiten, die sich aus mehreren Untereinheiten zusammensetzen, erfolgte aus dem Durchschnitt der Stetigkeit der einzelnen Untereinheiten. Dadurch sollte verhindert werden, daß die Zahl der Bestandsaufnahmen je Untereinheit einen statischen Einfluß auf die Gesamtstetigkeit ausübt.

Anhand der Stetigkeitstabellen konnten zudem die erwähnten Präferenzarten (Schwerpunktarten) bestimmt werden, die zur Differenzierung syntaxonomischer Einheiten herangezogen wurden. Den Präferenzarten kommt damit die Funktion von Trennarten zu; vorausgesetzt, es treten für eine Art in den zu vergleichenden Tabellen folgende Stetigkeitsunterschiede auf oder werden übertroffen: V ↔ II, IV ↔ II, III ↔ I oder II ↔ +. Um die Präferenzarten noch etwas genauer zu kennzeichnen, werden sie zusätzlich als häufig (Stetigkeit IV), verbreitet (Stetigkeit III) oder mehrmalig (Stetigkeit II) beschrieben. Wenn bei der Beschreibung der Vegetationseinheiten von konstanten Arten die Rede ist, dann handelt es sich um solche Sippen, die in 80 - 100 % der Aufnahmen der Vegetationseinheit vertreten sind, also der Stetigkeitsklasse V angehören. Als schwach konstant werden Sippen bezeichnet, die in 70 - 80 % der Vegetationsaufnahmen präsent sind.

In dem Ergebnisteil über die Pflanzengesellschaften Nordwestspitzbergens (Kap. 6) sind die Vegetationseinheiten zunächst nach sogenannten Vegetationstypen geordnet. Bei Vegetationstypen handelt es sich um Phytozönosegruppierungen von bedingt homogener Struktur und beinahe einheitlicher Synökologie. Eine solche Einteilung nach dem äußeren Habitus ist zugleich eine Gruppierung nach mehr oder weniger soziologisch verwandten Vegetationseinheiten (THANNHEISER 1992). Eine Einordnung in ein hierarchisches System syntaxonomischer Einheiten erfolgt erst im Anschluß daran. Die Benennung syntaxonomischer Einheiten richtet sich dabei nach den Regeln des Codes der pflanzensoziologischen Nomenklatur (BARKMAN, MORAVEC & RAUSCHERT 1986). Wenn einige Vegetationseinheiten auch abschließend lediglich mit der neutralen Bezeichnung Gesellschaft (oder als Ausbildung im Falle von Untereinheiten der Gesellschaft) benannt werden, so geschieht dies hauptsächlich, um einer endgültigen Fassung, Abgrenzung und Einordnung nicht vorzugreifen. Teilweise liegt noch zu wenig Datenmaterial vor, um einen übergreifenden Überblick zu bekommen.

Zur weiteren Charakterisierung der Pflanzengesellschaften wurden stichprobenartig Phytomassebestimmungen durchgeführt. Dabei wurden der ober- und der unterirdische Bestandsvorrat (standing crop) auf homogenen, repräsentativen Flächen von jeweils  $\frac{1}{4}$  m<sup>2</sup> abgeerntet, vorsortiert und luftgetrocknet (vgl. STEUBING & FANGMEIER 1992). Zum Zeitpunkt der Ernte waren die Phytozönosen stets voll entwickelt. Im Labor erfolgte die Reinigung der Proben, eine Sortierung nach Pflanzenarten und ihre Trocknung über 10 Stunden bei 80°C. Das auf diese Weise gewonnene Trockengewicht der Bestandesmasse wurde schließlich über eine Waage (Sartorius 2002 MP1) ermittelt und fortlaufend mit Hilfe einer zweiten Kontrollwaage (Denver Instr. Comp. AA 200 DS) überprüft. Zusätzlich wurden einige, bislang unveröffentlichte Phytomassedaten verwendet, die die Professoren Dierßen (Kiel) und Thannheiser (Hamburg) freundlicherweise zur Verfügung stellten. Wenn keine eigenen Phytomassedaten zur Verfügung standen, und zum räumlichen Vergleich, werden zusätzlich Angaben aus der Literatur genannt. Angaben, die nicht aus Spitzbergen bzw. Svalbard stammen, sollen vor allem die Größenordnung der pflanzlichen Produktion kennzeichnen. Sie liefern deshalb lediglich Anhaltspunkte und können meist nicht direkt für die Pflanzengemeinschaften Svalbards übertragen

werden. Die Phytomasse einer Pflanzengesellschaft ist das Resultat aus der Summe der durch grüne Pflanzen produzierten organischen Substanz minus aller Verluste wie Atmung, Abwurf von Pflanzenteilen oder Fraß. Die pro Flächeneinheit erzeugte Phytomasse steht damit am Ende aller Wirkungsketten/-netze des Bau- und Energiestoffhaushaltes der Phytozönosen. Sie kann deshalb als Maß des materiellen und energetischen Outputs angesehen und dementsprechend als Kenngröße für die Beurteilung der Gesamtleistung einer Pflanzengemeinschaft verwendet werden.<sup>8</sup>

Neben diesen bereits grundsätzlich vegetationsbezogenen Arbeiten erfolgte im Rahmen der Vegetationsaufnahmen jeweils eine Standortansprache mit der Reliefform, der Lage im Relief, der Exposition und Inklination und der Höhe des Standortes über dem Meer sowie auffallenden morphodynamischen Prozeßmerkmalen. Darüber hinaus fand an einigen ausgewählten Standorten eine ausführlichere Aufnahme der Bodenverhältnisse statt, die nach den Vorgaben der bodenkundlichen Kartieranleitung (AG BODENKUNDE 1982) durchgeführt wurde. Bei den Bodenprofilansprachen wurden insbesondere die Bodenarten, die Substrattypen, die Humusformen und die Bodenwasser-verhältnisse berücksichtigt und Bodentypen abgeleitet.

Für die Untersuchungsgebiete Woodfjorddalen und Eidembukta wurden Vegetationskarten angefertigt, um eine möglichst genaue Kenntnis über die Verbreitung der Vegetationseinheiten zu erhalten. Die Vegetationskarten basieren sowohl auf konventionellen Geländekartierungen als auch auf der visuellen und der computergestützten Bearbeitung und Auswertung von Farbinfrarot (CIR)-Luftbildern. Zur Bearbeitung der CIR-Luftbilder wurden Programm-Module aus Idrisi 4.1 (Idrisi Project, Clark Univ., Worcester), Polyplot 4.1 (J. Hauser, Univ. Hamburg) sowie selbstgeschriebene Routinen verwendet. Die CIR-Luftbilder wurden zunächst über eine Kombination gängiger Verfahren der Bildverarbeitung (Bildverbesserung, geometrische Entzerrung und Kodierung, Trennung von Farbkanälen) vorbereitet, um daraus durch eine überwachte Klassifikation mittels eines Maximum-Likelihood-Classifiers die Grundlage der Vegetationskarte zu erzeugen. Der Klassifizierung des Luftbildes und der Überprüfung des Ergebnisses liegen zahlreiche Trainingsgebiete zugrunde, die im Gelände wegen des Fehlens ausreichend großmaßstäbiger topographischer Karte mittels eines Global Positioning Systems (GPS; Fa. Garmin) eingemessen wurden. Für die hier vorgelegten Vegetationskarten wurden die Problembereiche der automatischen Klassifizierung unter Verwendung der konventionellen Kartierung manuell revidiert. Darüber hinaus erfolgte für das Untersuchungsgebiet Woodfjorddalen eine Kartierung des Vegetationsbedeckungsgrades (nicht dargestellt).

Wie die zuletzt genannten Karten wurden alle übrigen Karten und Abbildungen vom Verfasser erstellt. Die Namenskarte (Abb. 2) soll das Auffinden und die Zuordnung von Lokalitäten, die im Text erwähnt werden, erleichtern.

---

<sup>8</sup> Es sei an dieser Stelle ausdrücklich erwähnt, daß Phytomassedaten keinen Anhaltspunkt liefern über die Leistungsfähigkeit einer Phytozönose pro Zeiteinheit, also ihre Produktivität.



## 4. Die Pflanzenwelt im arktischen Lebensraum

Nur relativ wenige Pflanzenarten können unter den extremen Lebensbedingungen der Arktis existieren<sup>9</sup>. Die entscheidende Adaptation arktischer Pflanzen an ihren Lebensraum, ist die Fähigkeit, Stoffwechsel-, Wachstums- und Reproduktionsprozesse bei niedrigen, nur knapp über dem Gefrierpunkt liegenden Temperaturen aufzunehmen und aufzurechterhalten (vgl. BILLINGS & MOONEY 1968). Dabei gelingt es ihnen, neugebildete Gewebe innerhalb einer sehr kurzen Vegetationsperiode soweit auszudifferenzieren, daß diese den Winter ohne Schaden überdauern können. Da geringe Sonneneinstrahlungsintensitäten aufgrund des kleinen Einstrahlungswinkels während des Polarsommers selbst durch einen 24-Stunden-Tag nicht ausgeglichen werden können, ist es für die Pflanzen von existentieller Wichtigkeit, ihren Energiehaushalt zu stabilisieren. Aufgrund der niedrigen Luft- und Bodentemperaturen bleibt die Mineralisation der organischen Substanz begrenzt, so daß der den Pflanzen zur Verfügung stehende Nährstoffpool grundlegend eingeschränkt ist. Dies äußert sich letztendlich in einer geringen Photosyntheseleistung und damit in einer verminderten Wuchsleistung der Pflanzen. Die Existenzmöglichkeiten der Pflanzen werden deshalb im allgemeinen wesentlich stärker von den abiotischen Umweltfaktoren begrenzt als von biologischen Interaktionen oder Einflüssen wie z.B. inter- und intraspezifischer Konkurrenz. Insgesamt wird die Streßtoleranz der Pflanzen wichtiger als ihre Konkurrenzfähigkeit (DIERSSEN 1996: 486, s.a. SAVILE 1972: 76).

Niedrige Strahlungsintensitäten und geringe Temperaturen bei einer zugleich langen Photoperiode beeinflussen den Kohlenstoffhaushalt der Pflanzen negativ, da die Respiration vielfach höher als die Photosynthese ist. Viele Pflanzenarten weisen während des sommerlichen Dauerlichts eine niedrige apparente Photosynthese auf und sind bei rhythmischem Licht- bzw. Lichtintensitätswechsel im Frühsommer, z.T. auch im Spätsommer, aktiver (DIERSSEN 1996: 488).

Die kurze Vegetationsperiode zwingt die Pflanzen, die gewonnenen Kohlenstoffressourcen wirtschaftlich zurückhaltend einzusetzen, auch weil jährliche Schwankungen des Witterungsverlaufs beträchtliche Variationen in der Leistung der metabolischen Prozesse nach sich ziehen (vgl. u.a. WARREN WILSON 1957a und 1957b). Als Rückversicherung gegen eventuell folgenreiche Witterungsschwankungen speichern die Gefäßpflanzen einen Großteil ihrer Assimilate als Reserve in der unterirdischen Phytomasse. Bei arktischen Gräsern werden rund 60 % des fixierten CO<sub>2</sub> in die unterirdischen Organe verlagert und etwa zur Hälfte als Reserve zurückgehalten (CHAPIN ET AL. 1980). Während des Winters liegen die Reservestoffe überwiegend als Lipide vor (PIHAKASKI 1988). Die effektive Kohlenstoffspeicherung der Pflanzen macht es möglich, die Ressourcen sofort zu Beginn der Vegetationsperiode verfügbar zu machen. Dabei werden die in den pflanzlichen Geweben gespeicherten Nährstoffreserven bereits genutzt, wenn die Wurzeln noch gefroren sind, also noch keine Nährstoffe aufgenommen werden können (CHAPIN, SHAVER & KEDROWSKI 1986)<sup>10</sup>. Allerdings bedingt diese Anpassung bereits bei verhältnismäßig niedrigen Temperaturen hohe Respirationsraten, was bei länger andauernden höheren Temperaturen schnell zur Erschöpfung der vorhandenen Kohlenstoffreserven führen kann.

Für arktisch verbreitete Pflanzen ist es also existentiell notwendig, ihren Kohlenstoffhaushalt auf einem energetisch niedrigen Niveau positiv zu gestalten, Respirationsverluste also mit möglichst

---

<sup>9</sup> Zirkumpolar umfaßt das Arteninventar der Arktis kaum mehr als 1000 Gefäßpflanzenarten, was lediglich 0,4 % der weltweiten Gefäßpflanzenflora entspricht (vgl. BILLINGS 1987).

<sup>10</sup> Dies entspricht einer Beobachtung aus einem *Caricetum stantis*-Moor bei Cambridge Bay (Victoria Island, N.T., Kanada) Ende Juni 1998. Obwohl dort die Auftautiefe des Permafrostes nicht einmal 10 cm betrug und sich die Hauptwurzelmasse noch im gefrorenen Untergrund befand, hatte *Carex aquatilis ssp. stans* bereits neue, grüne Blätter ausgebildet.

geringem Aufwand zu kompensieren. Dies ist um so wichtiger, als daß die Versorgung der Pflanzen in der Arktis stark eingeschränkt ist. Die schlechte Nährstoffversorgung resultiert aus einer grundsätzlich geringen Nährstoffverfügbarkeit, denn entgegen den alpinen Lagen temperater Gebirge bewirken hohe Temperaturen in der Arktis nicht gleichzeitig hohe Mineralisationsraten (SHIFT, HEAL & ANDERSON 1979). Neben dem Mangel an pflanzenverfügbarem Phosphor und Stickstoff sind in der Arktis - generalisiert - vor allem Kalium, Calcium und Magnesium limitiert, während Spurenelemente meist ausreichend vorhanden sind. Der Nährstoffpool der Böden und seine Verfügbarkeit sind eng mit dem Bodenwasserhaushalt und der Vegetationsverteilung verbunden. Die anhaltend niedrigen Temperaturen und auch der Permafrost schränken das Ausmaß der für die Nährstoffnachlieferung wichtigen chemischen und biologischen Verwitterungsprozesse und die Nährstoffanreicherung ein. In der Phytomasse arktischer Pflanzengemeinschaften befindet sich nur ein sehr kleiner Anteil der gesamten Nährstoffreserven.

Die Ansiedlung neuer pflanzlicher Individuen erfolgt unter den schwierigen Umweltbedingungen meist nur episodisch. Samen reifen nicht jedes Jahr, sondern nur in günstigen Jahren aus. Doch auch in den Böden der Arktis entwickelt sich im Laufe der Zeit eine Samenbank. So sind in den obersten 5 cm des Bodens etwa 500 - 1800 Samen pro m<sup>2</sup> vorhanden, wobei die Größe des Samenvorrates mit der Produktivität der oberirdischen Phytomasse in Beziehung steht (FOX 1983). Die Samenausbreitung erfolgt weitestgehend durch den Wind, während der Verbreitung über Tiere nur eine untergeordnete Rolle zu kommt. Zu einer weiten Samenausbreitung tragen allerdings Vögel (z.B. Gänse) durchaus bei.



**Abb. 4:** Der Lebendgebärende Knöterich, *Bistorta vivipara*, mit blütenstandsbürtigen Bulbillen.

nicht immer eindeutig (vgl. DIERSSEN 1996: 494). Einige Pflanzenarten wie z.B. *Bistorta vivipara*, *Cardamine pratensis ssp. polemonoides*, *Saxifraga cernua* und *S. flagellaris* bilden neben den Blüten zusätzlich blütenstandsbürtige Bulbillen, aus Achselknospen hervorgehende Embryonen, die nach ihrem Abfallen direkt auf dem Boden auswachsen können (Abb. 4). Eine weitere vegetative Vermehrungsform ist das Absetzen von Ramets. Als vegetative Einheiten klonal wachsender mehrjähriger Arten bleiben sie nach einer Abtrennung vom Mutterorganismus weiterhin lebensfähig. Auch für die Verbreitung und Vermehrung der Bryophyten hat die vegetative Reproduktion eine große Bedeutung und kann über Brutkörper, Brutblätter (z.B. *Timmia austriaca*), Bruchspore (z.B. *Orthothecium chryseon*) oder sogar über die ganze Pflanze (z.B. *Polytrichum alpinum*) erfolgen.

Die Reproduktion der Pflanzenarten folgt unterschiedlichen Strategien. Auffallend ist der hohe Anteil vegetativer Reproduktionsformen an der Vermehrung, die bezüglich des Stoffhaushaltes weniger aufwendig sind als die generative Vermehrung (CHAPIN ET AL. 1980). Eine verbreitete Form der vegetativen Vermehrung ist die Viviparie, bei der Jungpflanzen in den Blütenständen der Mutterpflanzen heranwachsen. Da die Jungpflanzen jedoch sehr empfindlich gegenüber ungewöhnlichen Ausprägungen einiger Standortparameter sind, *Festuca vivipara*-Keimlinge z.B. gegenüber Trockenheit, ist ihr reproduktiver Vorteil

## 4.1 Bedeutung der Standortfaktoren für die arktische Vegetation

Als wesentliche Standortfaktoren bestimmen in der Arktis vor allem der Strahlungs- und Temperaturhaushalt, die Wasserversorgung, die Nährstoffverfügbarkeit sowie die Windwirkung und der winterliche Schneeschutz das Vorkommen von Pflanzenarten und die Zusammensetzung von Pflanzengemeinschaften. Da die Ausprägung dieser Standortfaktoren stark von (mikro-) topographischen Gegebenheiten beeinflusst wird, müssen (mikro-) topographische Gradienten als bedeutende, an einem konkreten Standort übergeordnete Faktoren angesehen werden. Allein durch die (mikro-) topographischen Verhältnisse können auf kürzester Distanz einerseits übergangslose, andererseits aber auch sehr scharf voneinander abgegrenzte Standortausprägungen entstehen. In der Regel ist allerdings nicht ein einzelner Standortfaktor für das Vorkommen einer Pflanzengemeinschaft ausschlaggebend, sondern erst das Wirkungsgefüge unterschiedlicher Umweltvariablen schränkt Pflanzen sowie Pflanzengemeinschaften ein oder fördert sie.

### 4.1.1 Einfluß von Strahlung und Temperatur

Die Sonneneinstrahlung in der Arktis verändert sich von Süden nach Norden in der Form, daß die Tage im Sommer länger werden, die Höhe des Sonnenstandes über dem Horizont um die Mittagszeit aber abnimmt. Infolgedessen und durch den längeren Weg der direkten Einstrahlung durch die Atmosphäre wird die Einstrahlungsintensität auf eine horizontale Bodenoberfläche schwächer und die Erwärmung der Oberfläche geringer. Die Temperaturunterschiede zwischen Tag und Nacht nehmen somit ab<sup>11</sup>. Die fehlende bzw. kurze dämmerige Nacht hat während des arktischen Sommers eine positive Wirkung auf die Wärmebilanz. Aufgrund der Strahlungsabsorption am Boden sind die Temperaturen dort oft um 10 - 12°C höher als in den Luftschichten darüber (vgl. RØNNING 1969). Die bodennahe Luftschicht bildet deshalb einen mikroklimatischen Gunstraum, in dem sich im allgemeinen das oberflächliche Pflanzenleben abspielt.



Abb. 5: Die Polsterpflanze *Silene acaulis* mit südwestexponierten Blüten.

<sup>11</sup> Auf Meereshöhe in Spitzbergen etwa 2 - 3°C "Nacht"absenkung im Sommer.

Die Strahlungs- und Temperaturverhältnisse wirken sich direkt wie indirekt auf das Pflanzenwachstum aus. Entsprechend abnehmender Strahlungsintensität und Temperatur verringert sich die Länge der Vegetationsperiode generell von Süden nach Norden. Die abgeschwächte Strahlungsintensität bewirkt eine unmittelbare Einschränkung der Produktivität, da der für das Einsetzen der Photosynthese kritische Lichtkompensationspunkt während des Sommers nicht immer überschritten wird. Trotz der hohen Breitenlage sind inklinations- und expositionsbedingte Strahlungsunterschiede an Tagen mit freier Einstrahlung sehr groß und wirken sich dementsprechend auf standörtliche Unterschiede in den Temperaturen der bodennahen Luftschicht und der oberen Bodenhorizonte aus. Dies geht soweit, daß sich an einzelnen Polsterpflanzen wie *Silene acaulis* eine expositionsbedingte Aufblühfolge einstellt, die in strahlungs-/wärmebegünstigten, südexponierten Bereichen beginnt (Abb. 5). Die allgemein niedrigen Temperaturen der bodennahen Luftschicht und des Bodens schränken die Nährstoffaufnahme durch die Pflanzenwurzeln ein. Weiterhin werden Blattgröße, Sproß- und Wurzelwachstum begrenzt. Die Pflanzenwurzeln sind bei Frosteinwirkung, insbesondere bei häufigem Frostwechsel, zudem den mechanischen Kräften innerhalb des gefrierenden Substrates ausgesetzt. An ausreichend feuchten, lehmigen Standorten wie Mudpits lassen die durch Frostwechsel induzierten Kryoturbationsvorgänge ein Pflanzenwachstum kaum zu.

#### **4.1.2 Auswirkungen des Windes und des Schneeschutzes**

Bei kleinräumiger Betrachtung der arktischen Pflanzendecke werden die Vegetationsbestände durch unterschiedliche Windwirkung und unterschiedlichen Schneeschutz differenziert. Windexponierte Standorte wie Geländekanten weisen im Winter eine sehr geringmächtige oder keine Schneedecke auf. Auch wenn an einigen extremen Windkanten ein Pflanzenwachstum dadurch nahezu ausgeschlossen sein kann, werden die meisten windexponierten Standorte von kleinwüchsigen Pflanzenbeständen eingenommen. Da an solchen Standorten über den fehlenden oder geringen winterlichen Schneeschutz hinaus auch große Bodenfeuchtigkeits- und Temperaturschwankungen sowie Deflationserscheinungen auftreten, leidet die Pflanzendecke unter vielfältigen Streßfaktoren. Neben Wassermangel während der Vegetationsperiode kommt es zur Versauerung der Standorte und einer erschwerten Nährstoffversorgung.

Eine mächtige Schneedecke im Winter schützt die Vegetation demgegenüber vor mechanischen Schädigungen durch vom Wind verdriftete Eisnadeln (Schneeschliff, Abrasion), sehr tiefen, gewebschädigenden Temperaturen und vor Austrocknung. Häufig bestimmt die mittlere Schneehöhe die Wuchshöhe von Sträuchern oder Zwergsträuchern. Windgeschützte, nicht stauwasserbeeinflusste Mulden sind typische Standorte von Zwergsträuchern, deren Blätter und Ruheknospen unter dem Schnee überdauern können. Bei einem zeitigen Ausapern können chinophile Pflanzenarten die Vegetationsperiode optimal nutzen, weshalb solche Standorte bei genügender Nährstoffversorgung relativ produktiv sind.

An Standorten, an denen der im Winter schützende Schnee im Frühsommer erst spät abschmilzt, stellt sich dagegen eine nur schwach produktive Schneebodenvegetation (Schneetälchenvegetation) ein. Zu lang anhaltender Schneeschutz bewirkt eine Verkürzung der Vegetationsperiode, die auch durch eine Zufuhr von im Schnee deponierten Nährstoffen und ein feuchtes Milieu nicht ausgeglichen werden kann. Der abgestufte Schneeschutz läßt somit kleinräumige, charakteristische Vegetationszonierungen entstehen.

#### **4.1.3 Bedeutung des Wasserhaushaltes und der Nährstoffverfügbarkeit**

Die Evapotranspiration hat in der Arktis aufgrund der niedrigen Temperaturen eine geringere Bedeutung als in Regionen stärkerer Einstrahlung. Durchschnittlich gehen nur 30 % des Niederschlags durch sie verloren (WALTER & BRECKLE 1986: 493). Deshalb bestimmen vor allem das Kleinrelief, die Bodenart und die Porenverteilung im Boden die Vegetationsabfolgen entlang des Feuchtegradienten. In der Arktis ist ein starker Gegensatz zwischen oberirdisch produktiven Pflanzengemeinschaften an feuchten Standorten und weniger produktiven, schütterten Gemeinschaften an trockenen Standorten zu beobachten, da verbindende

Übergangsstandorte mittlerer Feuchte nahezu nicht vorhanden sind. In ozeanischen Gebieten fehlen allerdings auch richtig trockene Standorte, an denen während der Vegetationsperiode Wasserstreß auftreten kann. Direkter Wasserstreß durch ein ungünstiges Verhältnis von Niederschlag, Evapotranspiration und Bodenfeuchte kann während der Vegetationsperiode durchaus eine Ursache für eine verminderte Pflanzenentwicklung oder eine verstärkte Wurzelbildung darstellen (vgl. EBERLE & THANNHEISER 1995). Oftmals wirkt sich der Wassermangel jedoch erst über die mit ihm verbundene schlechte Nährstoffverfügbarkeit und -aufnahmefähigkeit aus (OBERBAUER & MILLER 1979 und 1981).

Die an feuchten bis nassen Standorten größere Produktion oberirdischer Phytomasse ist vornehmlich auf grasartige Pflanzen zurückzuführen, die hier bevorzugt wachsen. Gegenüber den Pflanzen trockener Standorte investieren sie mehr photosynthetisch gebildete Kohlehydrate in die oberirdischen Organe als in die unterirdischen (vgl. BILLINGS & MOONEY 1968, ALLESSIO & TIESZEN 1975). Das Wurzelwachstum, die unterirdische Produktion, wird zusätzlich durch niedrige Boden- und Bodenwassertemperaturen begrenzt. Kurzfristige Schwankungen der Bodenfeuchte wirken sich weniger auf die Gesamtproduktion einer Pflanzengesellschaft als auf das Produktionsverhalten der Einzelpflanzen aus. An der Phytomasse nasser Standorte haben Bryophyten einen großen Anteil. Sie tragen zwischen 30 und 90 % zur jährlichen Produktion bei.

Da dauerhaft hoch anstehende Wasserstände im allgemeinen den Abbau abgestorbener und abgefallener Phytomasse hemmen, kommt es an solchen Standorten zur Humusakkumulation und zur Torfbildung. Beides wird durch eine nur geringe mikrobielle Aktivität (vgl. NADELHOFFER ET AL. 1992), die für den Abbau organischer Substanz sehr wichtig ist, gefördert. Aufgrund der im Vergleich zu temperaten Regionen geringen Produktivität der torfbildenden Vegetation, erfolgt der Aufbau von Torfhorizonten in der Arktis allerdings nur langsam. Die gebildeten Niedermoore sind deshalb durchweg flachgründig.

Aufgrund seines geringen Umsatzes (vgl. auch GUNDELWEIN 1998: 72ff.) bildet das akkumulierte organische Material insbesondere unter feuchten bis nassen Verhältnissen einen wichtigen Nährstoffspeicher. Die kurze Vegetationsperiode und niedrige Temperaturen schränken allerdings die Mobilisierung der Nährstoffe aus diesem Speicher ein, weshalb nur geringe Nährstoffgehalte vorhanden sind. Unter maritimen Bedingungen führen durchaus nennenswerte Nährstoffauswaschungen zu einer weiteren Reduzierung der pflanzenverfügbaren Nährstoffe. Zusätzliche diffuse Nährstoffeinträge aus der Atmosphäre können dagegen (noch?) als gering eingestuft werden.

Wie bereits oben erwähnt, ist die Nährstoffaufnahme durch die Pflanzenwurzeln bei niedrigen Temperaturen eingeschränkt. Es zeigt sich, daß arktisch verbreitete Pflanzen für die Nährstoffaufnahme, entgegen anderen physiologischen Prozessen, keine Adaption an niedrige Temperaturen entwickelt haben. Vielmehr verhalten sie sich bei der Aufnahme von Stickstoff und Phosphor wie die Pflanzen temperater Regionen, deren diesbezügliches Temperaturoptimum bei 20 bis 30°C liegt (CALLAGHAN, HEADLEY & LEE 1991). Bis zu diesem Temperaturbereich ist mit zunehmender Temperatur ein linearer Anstieg der Nährstoffaufnahme vorhanden. Infolgedessen sind in der Arktis südexponierte, wärmere Standorte, an denen eine temperaturbedingt verstärkte mikrobielle Aktivität auch mehr Nährstoffe freisetzen kann, grundsätzlich bezüglich ihrer Nährstoffversorgung begünstigt.



**Abb. 6: Der Vogelfelsen "Ankerfjellet" im St. Jonsfjorden (Westspitzbergen).**

Durch die defizitäre Nährstoffversorgung zeigen die arktischen Pflanzen häufig xeromorphe Strukturen, weshalb auch von einem Kümmerwuchs gesprochen werden kann. In solchen Fällen ist, wie bei den Hochmoorpflanzen temperater Gebiete, jedoch nicht von Xeromorphosen, sondern von Peinomorphosen zu sprechen (WALTER & BRECKLE 1986: 504). Peinomorphosen treten an Standorten, die nicht nährstofflimitiert sind, stark zurück. Standorte mit zusätzlicher Düngung, z.B. unterhalb von Vogelfelsen oder an Vogelrastplätzen, heben sich schon von weitem durch eine intensive grüne Farbe von ihrer Umgebung ab (Abb. 6). Hier zeigt sich eine vergleichsweise gute Wüchsigkeit von Gefäßpflanzen und Moosen, wobei die Gefäßpflanzen auch wesentlich stärker in ihre oberirdischen Organe investieren (mit dem Ergebnis längerer Sproßachsen, größerer Blüten und Blätter) als an nährstoffbegrenzten Standorten. Hieraus folgt im Umkehrschluß, daß eine schlechte Nährstoffversorgung auch als Erklärungsmöglichkeit für eine allgemein größere unterirdische als oberirdische Phytomasse angesehen werden kann.

Zusammenfassend sollte festgehalten werden, daß die Existenzbedingungen der arktischen Pflanzenarten an konkreten Standorten sehr stark vom Zusammenspiel der (mikro-) topographisch bestimmten oder beeinflussten pedologischen und mikroklimatischen Eigenschaften sowie der begrenzenden Ressourcen wie Licht, Wasser und Nährstoffen abhängig sind (vgl. CALLAGHAN & EMANUELSSON 1985, DIERSSEN 1996: 487). Das von SAVILE (1972) und CALLAGHAN, HEADLEY & LEE (1991) angenommene Vorherrschen einer Vermeidungsstrategie gegenüber einer Anpassungsstrategie scheint das Verbreitungs- und Existenzverhalten der Pflanzenarten besonders zu bestimmen.

## 4.2 Vegetationsgeographische Gliederung der Arktis

Vegetationsgeographische Gliederungen der Arktis wie biogeographische im allgemeinen wurden von verschiedenen Autoren vorgenommen. Durch unterschiedliche Ansätze und Gliederungskriterien, seien es abiotische wie zum Beispiel klimatische Kriterien, floristische Charakteristika (Indikatorarten) oder pflanzenphysiognomische Merkmale wie die Verteilung von Lebensformen, entstanden dementsprechend unterschiedliche Einteilungen. Sie drücken sich auch in verschiedenen Bezeichnungen für durchaus vergleichbare Zonen und Subzonen und in andersartigen kartographischen Darstellungen aus. ALEKSANDROVA (1980) und BLISS (1981) liefern eine Zusammenstellung der bis

dahin erschienenen Gliederungen auf der Grundlage botanischer Kriterien. Eine Übersicht über einige Einteilungen enthält zudem die Tab. 1, in der die unterschiedlichen Bezeichnungen von Zonen und Subzonen durch verschiedene Autoren gegenübergestellt wurden.

Eine großräumige, breitenkreisorientierte Anordnung der vegetationsgeographischen Zonen und Subzonen wird meistens als Ausdruck des klimatischen Wandels entlang des Nord-Süd-Gradienten angesehen. Zusätzlich läßt sich ein großräumiger Gradient zwischen ozeanisch und kontinental geprägten Regionen belegen. Bei lokaler Betrachtung können hingegen geologische, morphologische, edaphische oder hydrologische Gegebenheiten eine größere Bedeutung für die Vegetationsausprägung erlangen als die makroklimatischen Verhältnisse. Ein häufiges Problem bei der Definition von Gliederungskriterien oder der kartographischen Darstellung von Vegetationszonen und -subzonen ist aus diesem Grund die Einordnung azonaler Vegetation<sup>12</sup>, zu denen ELLENBERG (1986: 75) die Pflanzengemeinschaften der Flußauen, Moore und Seen zählt. Grenzen zwischen verschiedenen Zonen und Subzonen sind in der Regel nicht als eine scharfe Trennlinien zu verstehen. Vielmehr herrschen im Gelände mehr oder weniger fließende Übergangsbereiche vor, in denen einzelne Zonen (aber auch Höhenstufen) miteinander verzahnt sind bzw. ineinander übergehen. In bestimmten Gunst- oder Ungunsträumen einzelner Zonen kommen darüber hinaus vereinzelt kleinere oder größere Vegetationsinseln vor, in denen eine extrazonale Vegetation auftritt, die normalerweise weiter südlich oder nördlich verbreitet ist.<sup>13</sup>

In pflanzensoziologischer Hinsicht ist die Arktis bisher noch nicht so weit untersucht worden, daß eine zirkumpolare Vegetationskarte auf der Grundlage pflanzensoziologischer Einheiten erstellt werden kann. Der Wert der pflanzensoziologischen Syntaxa als Kriterium für eine Gliederung der Arktis ist dennoch zweifelsfrei anerkannt. Dies ist durch die Eigenschaften der pflanzensoziologischen Einheiten begründet, die als Typus exakt definiert sind, charakteristische Pflanzenarten oder Pflanzenartenkombinationen besitzen sowie über größere Flächen eine homogene Struktur aufweisen. Für großräumige Gliederungen wie die der Arktis besitzen Pflanzengemeinschaften als Gliederungskriterium eine umfassendere Informationsbasis als beispielsweise einzelne Pflanzenarten<sup>14</sup>, weshalb auch Extrema und Zufälligkeiten ("Ausreißer") in der Verbreitung besser aufgefangen werden können. Pflanzensoziologischer Informationsbedarf besteht jedoch insbesondere zur russischen Arktis, einigen Bereichen Grönlands und Teilen der kanadischen und amerikanischen Arktis.

Für die westliche kanadische Arktis konnte THANNHEISER (1987) eine vegetationsgeographische Gliederung und Karte erarbeiten, bei der pflanzensoziologische Einheiten zu Vegetationstypen zusammengefaßt wurden, welche dann als Abgrenzungskriterien mehrerer Subzonen dienten.

Für die europäische Arktis entwickelte ELVEBAKK (1985) eine Differenzierung und eine Karte, die auf der horizontalen und der vertikalen Anordnung (Zonen und Höhenstufen) von neun höheren

---

<sup>12</sup> Azonale Vegetation: Pflanzenkombinationen, die in mehreren Zonen mit unterschiedlichem Allgemeinklima in ungefähr der gleichen Ausprägung auftreten.

Zonale Vegetation: Pflanzenkombinationen auf ebenen, mesotrophen und zirkumneutralen Standorten, deren Böden ein mittleres Kornspektrum aufweisen und nicht grund- oder stauwasserbeeinflusst sind. In solchen Fällen ist die Vegetation Ausdruck des Allgemeinklimas.

<sup>13</sup> Es wird deutlich, daß die Abgrenzung von Vegetationszonen und -subzonen - wie die allermeisten Regionalisierungskonzepte überhaupt - ein konstruktives Hilfsmittel ist, um die natürliche Vielfalt und Komplexität des menschlichen Lebensraumes gedanklich abstrahierend und generalisierend in den Griff zu bekommen.

<sup>14</sup> Da die Pflanzengesellschaften "in ihrer Existenz vom Zusammenspiel der an der betreffenden Erdstelle wirkenden Faktoren abhängig sind, machen sie deren Gesamteffekt sichtbar" (SCHMITHÜSEN 1957).

pflanzensoziologischen Einheiten basiert. Innerhalb der Arktis werden dabei die Arktische Polarwüstenzone (Arctic Polar Desert) und die Arktische Tundrenzone (Arctic Tundra) als zwei verschiedene Zonen grundlegend unterschieden (s. Tab. 1). Weiterhin wird mit der Hemiarktischen Zone (Hemiarctic zone) eine Übergangszone zwischen der arktischen und der borealen Zone eingefügt, um den vieldeutigen Begriff Subarktis zu vermeiden (vgl. Abb. 7). Mit dem Konzept ELVEBAKKS (op.cit.) ist eine Verbindung der Nomenklatur gängiger skandinavischer Klassifikationen (z.B. AHTI, HÄMET-AHTI & JALAS 1968, HÄMET-AHTI 1981 und DAHL ET AL. 1986) und den Schemata russischer Klassifikationen gelungen.

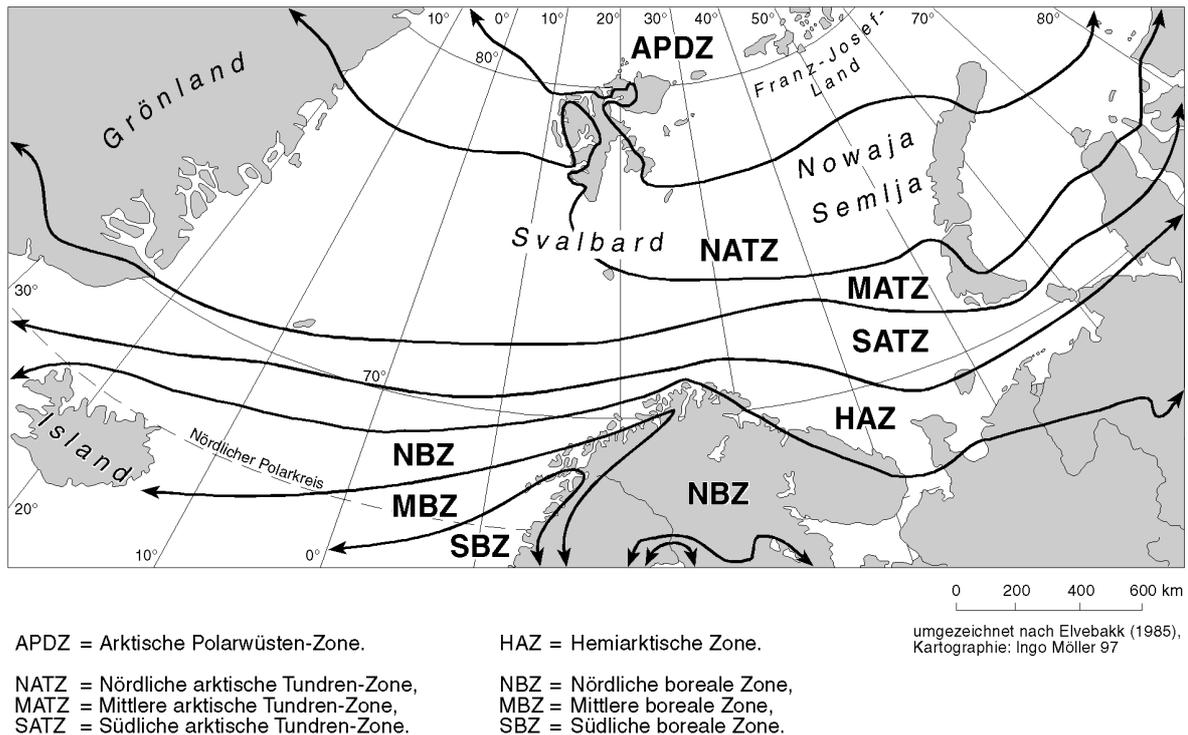
**Tab. 1: Zusammenstellung ausgewählter vegetationsgeographischer Gliederungen der Arktis.**  
(Die Bezeichnungen der Zonen und Subzonen wurden ins Deutsche übersetzt.)

	ALEKSANDROVA (1980)	WALTER & BRECKLE (1986)	MATVEYEVA (1994)	YURTSEV (1994)	ELVEBAKK (1985)
<b>N O R D</b>	<b>Polare Wüste</b> < 50 Pflanzenarten, pflanzl. Wurzelsystem nicht flächendeckend,  Südgrenze: 2°C-Juli-Isotherme	<b>Arktische Wüste</b> einzelne Pflanzen,  Südgrenze: 2°C-Juli-Isotherme	<b>Polare Wüste</b> < 50 Pflanzenarten,  Südgrenze: 2°C-Juli-Isotherme	<b>Hocharktische Tundra</b> lückenhafte Pflanzen- decke, hohe Deckung durch Flechten und Moose,  Südgrenze: 2°C-Juli-Isotherme	<b>Arktische Polarwüstenzone</b> schütterere, sehr lückige Pflanzendecke, "Frost- schuttzone", zonale Vegetation: <i>Papaverion dahliani</i> (hier: dem <i>Arenarion norvegicae</i> angeschlossen)
	<b>Arktische Tundra: (Nördlicher Gürtel)</b> keine Strauch- dickichte, pflanzl. Wurzelsystem flächendeckend,  (Südlicher Gürtel)  Südgrenze: 6°C-Juli-Isotherme	<b>Nördliche Tundra</b> Vegetations- bedeckung < 100%  (Typische Tundra) Vegetations- bedeckung ≈ 100%,  Südgrenze: 4 - 5°C-Juli-Isotherme	<b>Arktische Tundra</b> charakterisiert durch Zwergstrauch-Moos- Bestände mit <i>Salix</i> - Arten und <i>Hylocomium</i>  <b>Typische Tundra</b> charakterisiert durch Seggen-Moos-Bülten mit <i>Carex</i> -Arten und <i>Hylocomium</i>	<b>Arktische Tundra</b> ausgedehnte Zwerg- strauchheiden, aber keine Birken	<b>Nördliche Arktische Tundrenzone</b> zonale Vegetation: <i>Luzulion arcticae</i> (hier: als Unterverband <i>Luzulion arcticae</i> )  <b>Mittlere Arktische Tundrenzone</b> zonale Vegetation: <i>Caricion nardinae</i>
<b>S Ü D</b>	<b>Subarktis: (Nördlicher Gürtel)</b> <i>Betula</i> - und andere Sträucher bis 1m Wuchshöhe,  Südgrenze: Baumgrenze	<b>Südliche Tundra</b>  Südgrenze: Baumgrenze, 10°C-Juli-Isotherme	<b>Südliche Tundra</b> mit Sträuchern wie <i>Alnus fruticosa</i> , <i>Betula nana</i> sowie <i>Eriophorum vaginatum</i> ,  Südgrenze: Baumgrenze	<b>Hypoarktis</b> Pflanzenarten d. südl. Tundra und d. nördl. Taiga; Zwergsträucher und geringwüchsige Sträucher, Südgrenze: Baumgrenze	<b>Südliche Arktische Tundrenzone</b> zonale Vegetation: <i>Loiseleurio-Diapension</i>

Aus diesem Grund orientiert sich die folgende kompilative Kurzbeschreibung des Vegetationswandels in der Arktis an diesem Gliederungskonzept. Die einzelnen Zonen und Subzonen werden im Typus überblicksartig von Süd nach Nord vorgestellt, weshalb auf eine Diskussion pflanzensoziologischer Fragestellungen und Probleme an dieser Stelle verzichtet wird.

Die **Südliche Arktische Tundrenzone** ist unter mesophilen Bedingungen geprägt von Sträuchern, u.a. der Gattungen *Salix*, *Betula*, *Ledum* und *Vaccinium*, die dichte Gebüsche mit einer durchschnittlichen Höhe von 40 - 60 cm bilden können. In Richtung der südlichen Zonengrenze werden auch Wuchshöhen um 1 m und mehr erreicht. Die Südgrenze wird durch die nordpolare Baumgrenze bestimmt, die in etwa der 10°C-Juli-Isotherme entspricht. Die Vegetationsbedeckung der Erdoberfläche beträgt oft um 100 %, schwankt allerdings über eine große Breite bis um 50 %. Zwergsträucher (z.B. der Gattungen *Vaccinium*, *Empetrum* und *Cassiope*) und verschiedene Seggen (*Carex*) haben daran einen großen Anteil. In vernähten Bereichen dominieren dagegen Pflanzenkombinationen aus Seggen und Moosen. In Richtung der Nordgrenze der Zone existieren

häufig kleinräumige Vegetationsmosaik, die durch frostbedingte Torf- oder Erdbünten entstehen: Auf den Hügeln herrschen Zwergsträucher mit einer Mooschicht vor, in den nassen Senken Seggen, Wollgräser (*Eriophorum*) und Moose, u.a. auch torfbildende. Die Nordgrenze an sich ist durch das Verschwinden der Sträucher festgelegt. ELVEBAKK (1985) sieht die Pflanzengesellschaften des Verbandes **Loiseleurio-Diapension** (Br.-Bl., Siss. & Vlg. 39) Daniëls 82 als zonale Vegetation an. Als weiteres Kennzeichen sind daneben Gesellschaften des Verbandes **Salicion herbaceae** Br.-Bl. ap. Br.-Bl. & Jenny 1926 (inkl. **Cassiopo-Salicion herbaceae** Nordh. 36) zu finden. Beide Verbände dienen der Abgrenzung gegenüber der Mittleren Arktischen Tundrenzone.



**Abb. 7: Vegetationsgeographische Gliederung der europäischen Arktis und angrenzender Gebiete (Ausschnitt umgezeichnet und stark verändert nach ELVEBAKK 1985; die Grenzen über dem Meer stellen keine Gliederung des marinen Bereiches dar!).**

Die Südgrenze der **Mittleren Arktischen Tundrenzone** fällt etwa mit der 5 - 6°C-Juli-Isotherme zusammen. In der Vegetationsstruktur entsteht durch den Ausfall von Sträuchern und Strauchdickichten ein Wandel hin zu Zwergsträuchern (*Empetrum*, *Cassiope* und *Dryas*). Wuchshöhen von 30 cm werden von den Zwergsträuchern nur selten erreicht. Die Vegetationsbedeckung liegt etwa zwischen 25 und 50 %, kann aber bei ozeanischem Einfluß vor allem durch die Ausbreitung von Moosen auf rund 75 % ansteigen. Unterirdisch bildet das pflanzliche Wurzelsystem allerdings stets ein dichtes, geschlossenes Netzwerk aus. An nassen Standorten herrschen Seggen-Moos-Bünten vor. Nach ELVEBAKK (op.cit.) bilden die Gesellschaften des Verbandes **Caricion nardinae** Nordh. 35 die zonale Vegetation. *Cassiope tetragona*-Gesellschaften und *Trisetum spicatum*-*Minuartia biflora*-Gesellschaften (**Oxyrio-Trisetum spicati**) ermöglichen eine Trennung gegenüber der Nördlichen Arktischen Tundrenzone.

In der **Nördlichen Arktischen Tundrenzone** existieren ausgedehnte Zwergstrauchbestände (*Salix*, *Dryas*) zwar noch, werden allerdings seltener, niedrigwüchsiger und lückiger. Während die allgemeine Vegetationsbedeckung abnimmt, steigt die Bedeutung von Grasartigen und Kryptogamen. Die zonale

Vegetation repräsentieren Gesellschaften des Unterverbandes **Luzulenion arcticae** (Nordh. 36) Gjørev. 50 (ELVEBAKK op.cit.). Einige Gesellschaften des **Caricion nardinae** treten in dieser Zone zwar noch auf, sind aber auf leichte Höhenrücken beschränkt.

Die nördlichste Vegetationszone der Arktis, die **Arktische Polarwüstenzone**, hat ihre Südgrenze im Bereich der 2°C-Juli-Isotherme. Aus geomorphologischer Sicht befindet sich die Arktische Polarwüste innerhalb der Frostschuttzone, die jedoch bis in die Nördliche Arktische Tundra hineinreicht und auch in den höheren Stufen der übrigen Zonen anzutreffen ist. Die sehr artenarme, schütterere und lückige Vegetation erreicht an der Südgrenze der Zone gelegentlich noch Bedeckungsgrade von 20 %. Als Durchschnittswert können jedoch 5 - 10 % angenommen werden, auch wenn viele Gebiete völlig vegetationslos sind. Wie die oberirdische Vegetationsausbreitung ist auch das unterirdische Wurzelgeflecht bei weitem nicht geschlossen. Eine größere Humusakkumulation und eine Torfbildung findet in der Arktischen Polarwüste nicht mehr statt. Nach ELVEBAKK (op.cit.) kann der Verband **Papaverion dahliani** Hofmann 68 all. prov. als zonale Vegetation angesehen werden, obwohl noch eine genauere Umschreibung des Verbandes notwendig ist. Meines Erachtens kann der Verband **Papaverion dahliani** allerdings problemlos dem **Arenarion norvegicae** Nordh. 1935 angeschlossen werden. Gesellschaften des Verbandes, die auf Meereshöhe vorkommen sowie das Fehlen von Gesellschaften des **Caricion nardinae** setzen die Zone von der Nördlichen Arktischen Tundrenzone ab. Eine extrazonale Vegetation im oben genannten Sinne fehlt in der Arktischen Polarwüste (WALTER & BRECKLE 1986: 515), selbst die zonale Vegetation ist meist nur fragmentarisch entwickelt.

## 5. Der Naturraum Spitzbergen

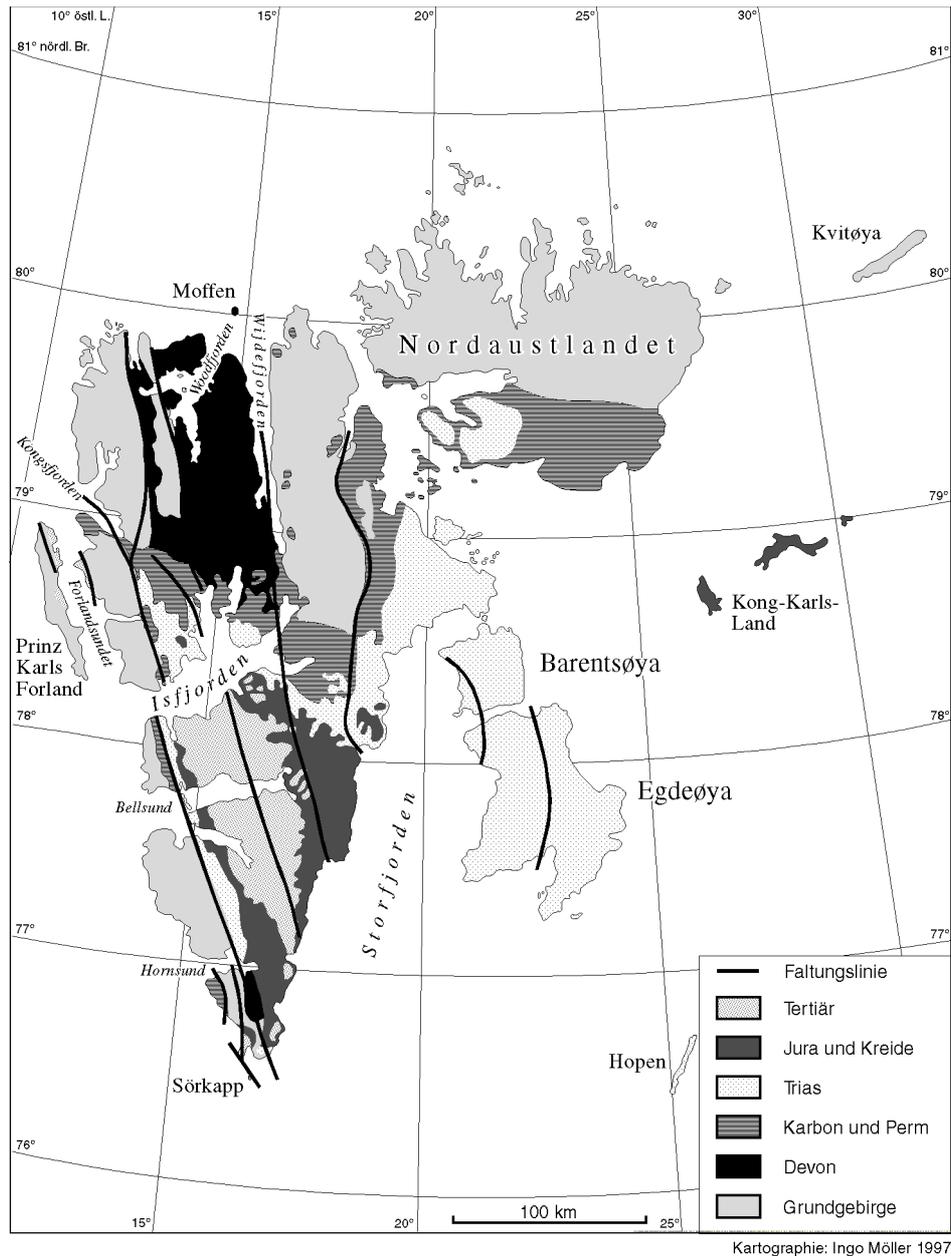
### 5.1 Die geologischen Verhältnisse

Da in Svalbard Spuren der Erdgeschichte aus allen geologischen Epochen vom Präkambrium bis zum Quartär zu finden sind, wird es häufig als geologisches Bilderbuch bezeichnet (Abb. 8). Die Entstehung Svalbards steht in einem engen Zusammenhang mit der Entwicklung Nordgrönlands und auch der kanadischen Arktis, da die Inselgruppe erst während des Eozäns durch eine Seitenverschiebung von ihrer Lage nördlich Grönlands in die heutige Position gebracht wurde. Das kristalline Basement der Inselgruppe ist aus proterozoischen bis altpaläozoischen Gesteinen aufgebaut, die im Zuge der kaledonischen und früherer Tektogenesen mehrfach metamorphisiert und deformiert wurden. Mit einer lokalen Sammelbezeichnung werden alle prädevonischen Gesteine als "Hekla Hoek" bezeichnet. Sie können in vier Gruppen gegliedert werden: Migmatit-Gruppe, Gneis-Glimmerschiefer-Gruppe, Marmore und Ganggesteine (PIEPJOHN ET AL. 1992). Die kaledonische Gebirgsbildung, in deren Endphase sich der Iapetus (Protoatlantik) schloß, begann zwischen dem Mittelkambrium und dem Unterordovozium. Nach einer Frühphase im Mittelordovizium folgte die Hauptphase im Untersilur. Sie betraf in Svalbard alle Gesteine des Hekla Hoeks. Durch die Intrusion des spät- und posttektonischen Hornemantoppen-Granits westlich des Liefdefjordens wurde die kaledonische Gebirgsbildung vor 414 ( $\pm$  10) Mill. Jahren abgeschlossen (HJELLE 1979).

Die postkaledonische Entwicklung während des Devons ist durch die Bildung von Molassebecken in Nordwestspitzbergen, am Hornsund, im Untergrund der Edgeøya und auf Bjørnøya gekennzeichnet (PIEPJOHN 1994). Bei einer Breitenlage von ca. 30° N wies Svalbard damals ein arides Klima auf. Das zuvor entstandene Gebirge unterlag unter diesen klimatischen Bedingungen einer starken Abtragung, weshalb sehr viel Material über terrestrische Schuttfächer in die flachen Becken verlagert wurde. In Nordwestspitzbergen wird das Molassebecken durch einen Kristallin-Horst im Liefdefjordgebiet in den Raudfjordgraben im Westen und den Hauptdevongraben im Osten gegliedert. Dort bildet eine zwischen 6,5 und 8 km mächtige Serie feinklastischer Sedimente, das sogenannte "Old Red". Die rötlichen, rotbraunen oder rotgrauen Sedimente können vom Liegenden zum Hangenden in Siktefjell-, Red Bay-, Wood Bay-, Grey Hoek- und Wijde Bay-Group untergliedert werden (PIEPJOHN & THIEDIG 1992). Innerhalb des Old Reds finden sich Fossilien wie z.B. Panzerfische und, in der Wijde Bay-Group, der bisher älteste Baum der Erdgeschichte *Protocephalopteris praecox* (SCHWEITZER 1992).

Als im Oberdevon die variskische Gebirgsbildung einsetzte, wurden die abgelagerten Sedimente des Devons in sehr unterschiedlichem Ausmaß deformiert. Während des Karbons kam es zur Bildung einiger schmaler Becken und in mehreren Phasen zu blocktektonischen Vorgängen, so im Billefjordgebiet und im inneren Hornsund. In Spitzbergen wurde Nordwestspitzbergen entlang einer alten, reaktivierten Störungslinie relativ gehoben. Aus dem Kulm stammen die Kohlebildungen, auf welchen der russische Kohleabbau in der Siedlung Pyramiden beruhte. Im Anschluß an die letzten variskischen Gebirgsbildungsprozesse im Namur setzte eine tektonisch ruhige Zeit ein, die auch während des Perms andauerte.

Während des Mesozoikums driftete Svalbard in einem warm-temperierten Klima von etwa 45° N auf 60° N (HJELLE 1993: 26). In den marinen Ablagerungen der Trias und des Juras finden sich viele Ammoniten und Ostracoden. Auch in der Kreidezeit lagerten sich vor allem marine Sedimente ab. Abdrücke von Saurierfährten in Sandsteinen des Isfjordgebietes und der Ostküste lassen jedoch kurze, lokale oder regionale Landphasen wahrscheinlich erscheinen.



**Abb. 8: Geologische Übersichtskarte von Spitzbergen (stark vereinfacht).**

Das Tertiär ist von der Bildung eines Zentralbeckens in Südspitzbergen, mehreren kleineren Becken an der Westküste und von der Bildung des Forlandsundet Grabens geprägt (Abb. 8). Die im Zentralbecken abgelagerten Sedimente weisen noch heute - nach Heraushebung und einer langen Phase der Erosion - eine Mächtigkeit von 2000 m auf. An ihrer Basis kam es erneut zur Kohlebildung, wobei hohe Inkohlungsgrade erreicht wurden. Der Abbau der Kohlelagerstätten in und um die Siedlungen Longyearbyen, Barentsburg und Sveagrava beruht/beruhte auf diesen alttertiären Vorkommen. Sie enthalten auch fossile *Sequoia*- und *Metasequoia*-Arten, die ein feuchtes und mildes Klima belegen.

Der Beginn der alpidischen Gebirgsbildung liegt im Paläozän. Insbesondere an der Westküste Spitzbergens (Brøggerhalvøya und Sørkapp) kam es zu intensiven Faltungen und Verwerfungen. Als sich anschließend im Eozän Svalbard und Grönland im Zuge der Öffnung des Nordatlantiks

voneinander trennten, bildete sich Svalbard in seiner heutigen Größe und mit seinen heutigen Umrissen heraus. Infolge der Krustenbewegungen wurden während des Miozäns in Nordspitzbergen vulkanische Aktivitäten ausgelöst. Reste der tertiären Vulkanite finden sich heute in den Gipfellagen des Andréelands. Die im Quartär erfolgte Reaktivierung des Vulkanismus' wird mit einer Wärmeanomalie eines Hot Spots 200 km nordwestlich Spitzbergens in Verbindung gebracht (CRANE ET AL. 1982). Am Sverrefjellet im Bockfjorden sind heute die Reste eines während des Pleistozäns aktiven Stratovulkans zu sehen. Der Sverre-Vulkan ist einer von drei bekannten quartären Vulkanen, die auf einer NNW-SSE-verlaufenden Störungszone am Rande des Devongrabens im Bereich Bockfjorden/Woodfjorden angeordnet sind. Der Vulkan förderte ultrabasische Alkalibasalte, in denen sehr große Olivineinschlüsse eingebettet sind. Nachdem ältere Vorstellungen, die das Alter des Vulkans auf weniger als 9000 Jahre schätzten (HOEL & HOLTEDAHL 1911), nicht mehr haltbar sind, wird die Hauptaktivität des Vulkans neuerdings in den Zeitraum zwischen 100 000 bis 250 000 Jahre vor heute gestellt (SKJELKVÅLE ET AL. 1989). Nördlich und südlich des Sverrefjellets können darüber hinaus mehrere Sinterterrassen und warme Quellen mit einer relativ konstanten Wassertemperatur von 15°C als postvulkanische Erscheinungen gelten bzw. als Hinweise auf eine Wärmeanomalie angesehen werden.

Auf eine mehrmalige pleistozäne Vereisung Svalbards weisen u.a. Funde von Gletscherschrammen, Erratika und submarine Moränenwälle weit westlich der Mündungen des Isfjordens und des Kongsfjordens hin. Sie zeigen auf, daß Svalbard zumindest einmal während des Pleistozäns von einer ausgedehnten, reliefübergeordneten Vereisung (Inlandeis o.ä.) bedeckt war. Bisher fehlen jedoch eindeutige Belege zur exakten Altersbestimmung der Eisbedeckung, da die letzt- und postglazialen Ablagerungen und Prozesse viele terrestrische Spuren präweichselzeitlicher Kaltzeiten stark überformt oder ausgeräumt haben<sup>15</sup>.

Zu Fragen nach Zentren, Ausdehnung und Mächtigkeit älterer Vereisungen bestehen unterschiedliche Auffassungen. Dies gilt auch für die zeitliche Einordnung der letzten übergeordneten Vereisung und den Verlauf der Weichselvereisung. Geschiebe, die in Nordwestspitzbergen (im Gebiet der Roosfjella) in heutigen Höhen von mehr als 700 m über dem Meer zu finden sind, führen STÄBLEIN (1992) zu der Ansicht, daß sie der letzten übergeordneten Vereisung zugeordnet werden können, die er in die Saale-Kaltzeit stellt. Nach SALVIGSEN & NYDAL (1981) fällt die letzte übergeordnete Vereisung hingegen in die frühe/ältere Weichsel-Kaltzeit zwischen 100 000 und 50 000 Jahre vor heute, während sie MILLER (1982) im Zusammenhang mit dem Vulkanismus am Bockfjord in die Zeit zwischen 90 000 und 260 000 vor heute einordnet. Trotz dieser unterschiedlichen Ansichten - auch bezüglich des postglazialen Eisabbaus - stimmen jüngere Arbeiten insoweit überein, daß eine spät-/jungweichselzeitliche Vereisung nur als schwache bis mäßige Vergletscherung ausgebildet war (vgl. u.a. BOULTON 1979, SALVIGSEN & NYDAL 1981, BLÜMEL, EBERLE & EITEL 1994).

Die in vielen Teilen Svalbards durchgeführten Untersuchungen zu glazialisostatischen Bewegungen sowie zur Entstehung von Strandwällen und -terrassen seit der letzten Vereisung (u.a. FEYLING-HANSEN 1965, GLASER 1968, SALVIGSEN & ÖSTERHOLM 1982, ÖSTERHOLM 1986, BRÜCKNER & HALFAR 1994) ermittelten große Küstenhebungs-raten zwischen 130 m im Osten (Kong Karls-Land) und 65 m im Westen Svalbards (Bellsund). Die sogenannte marine Grenze liegt im Osten somit deutlich höher als Westen<sup>16</sup>. Trotz dieser großen Landhebungsbeträge stimmen die meisten Untersuchungen darin überein, daß eine jungweichselzeitliche Vereisung nur schwach bis mäßig

<sup>15</sup> Weitere Erkenntnisse über den Ablauf des Pleistozäns können sicherlich über zukünftige Untersuchungen (glazio-) mariner Sedimente auf dem Barentsschelf um Svalbard gewonnen werden.

<sup>16</sup> Die Frage nach der Ursache der im Osten höheren marinen Grenze ist noch nicht geklärt. Mögliche und diskutierte Gründe sind u.a. eine mächtigere Eisbedeckung im Osten, verschieden lange Eisbedeckung, mehrere regionale Eiszentren sowie eine zeitversetzte Eisbedeckung und Deglaziation.

ausgeprägt war. Da in vielen Küstenabschnitten Svalbards eine rezente Kliffküste existiert, scheint die postglaziale Hebung abgeschlossen zu sein. Durch die absolute Datierung alter, gehobener Strandlinien konnte darüber hinaus nachgewiesen werden, daß weite Bereiche der küstennahen Vorländer seit mindestens 10 000 Jahren eisfrei sind; einige Tieflandlagen sogar seit 40 000 Jahren und mehr (Lågnes- und Isfjordflya; MANGERUD ET AL. 1987).

## 5.2 Ein geomorphologischer Überblick

Das Relief Svalbards läßt auffallende Gliederungen erkennen, deren Entstehung durch die geologisch-tektonischen Strukturen im Untergrund vorgezeichnet sind. Insbesondere die Auswirkungen der letzten drei Tektogenesen haben einen prägenden Einfluß auf die Grundstruktur des Reliefs. Darüber hinaus kommt dem Verwitterungs- und Erosionswiderstand der anstehenden Gesteine eine sehr wichtige Rolle bei der Entwicklung und Ausgestaltung der heutigen Oberflächenformen zu. Denn erst das räumliche Nebeneinander unterschiedlich verwitterungs- und erosionsresistenter Gesteine läßt die vorhandene "Kleinkammerung" des Reliefs möglich werden.

Nachdem sich Svalbard im Eozän mit seinen heutigen Umrissen herausgebildet hatte, begann im Pleistozän durch die einzelnen Vereisungen die Herausbildung der Skulpturformen aus den Strukturformen des Vorzeitreliefs. Die morphologischen Auswirkungen der letzten Vereisungen sind heute noch weithin sichtbar. Als Elemente des glazialen Formenschatzes sind Trogtäler und Fjorde im Erosionsraum ebenso auffallend wie verschiedene Moränenformen im Akkumulationsraum.

Svalbard ist heute durchschnittlich zu 60 % mit Eis bedeckt (HISDAL 1985: 28). Demgegenüber können etwa 25 % der Fläche der Frostschuttzone und nur 15 % der Tundrenzone zugeordnet werden. Überblicksartig kann man von einer reliefübergeordneten Plateauvergletscherung sprechen, doch regional herrschen sowohl unterschiedliche Vergletscherungsgrade als auch -typen vor. Während die Kvitøya im Nordosten nahezu vollständig von einer Eiskappe überdeckt ist, weist die Bjørnøya im Süden gar keine Vereisung auf. Als weitere Gletschertypen existieren z.B. Eisstromnetze (Nordwest- und Südspitzbergen) und Kar- und Talgletscher (vor allem in den weniger vergletscherten Gebieten wie Andréeland und Nordenskiöldland). Entgegen der Westküste Spitzbergens, an der nur wenige große Gletscher in das Meer münden, erreichen die Gletscher im Osten der Insel - wie auch die großen Eiskappen Vest- und Austfonna auf Nordaustlandet u.a.m. - häufig das Meeresniveau und bilden kalbende Gletscherfronten aus.

In einigen Bereichen Svalbards haben jüngere holozäne Gletschervorstöße ältere nacheiszeitliche Sedimente, die an eisfreien Stellen abgelagert worden waren, überfahren und gestaucht. Deshalb ist davon auszugehen, daß die heutige Vergletscherung im wesentlichen eine Neuvereisung ist, die sich erst im Anschluß an die postglaziale Wärmezeit etabliert hat. Die meisten Gletscher Svalbards sind derzeit durch ein flächenhaftes Niedertauen im Rückzug begriffen. Nur vereinzelt können lokale Vorstöße, meist in Form sogenannter "surges", registriert werden<sup>17</sup>. Bei ihrem Rückzug hinterlassen die Gletscher meist kuppige Grund-, Seiten- und Endmoränen. In unmittelbarer Nähe der Rückzugsgletscher sind häufig auch alle übrigen Elemente der glazialen Serie zu beobachten.

---

<sup>17</sup> Die letzte überregionale Vorstoßphase der Gletscher wird auf die Zeit um 1850/60, in die "Kleine Eiszeit", datiert (vgl. u.a. FURRER 1992 und BLÜMEL, EBERLE & EITEL 1994). Die Vergletscherung Svalbards war in der Nacheiszeit niemals konstant. Allein für die letzten 4000 Jahre sind mindestens sieben Vorstoß- und ebenso viele Rückzugsphasen nachgewiesen, die sich mit natürlichen Wärmeschwankungen parallelisieren lassen (BLÜMEL 1996). Keiner der Eisvorstöße ging jedoch über das Ausmaß hinaus, das um 1850 erreicht wurde.

Das heutige Relief bietet aufgrund steil aufragender Berge und Bergzüge ein hohes Erosionspotential und ist sehr verschieden geprägt. Die anstehenden Felswände und die über das Eis hinausragenden Nunatakker sind durch die sehr intensiven Prozesse der physikalischen Verwitterung und die forcierte Abtragung in ihrer Größe reduziert. Die Akkumulation des in der Höhe erodierten Materials findet in den Hangfußbereichen oft in Form von Schutthalden statt. Bei der Gesteinsaufbereitung kommt den Prozessen der physikalischen Verwitterung (Frostsprengung etc.) wiederum eine herausragende Bedeutung zu, da das Ausmaß der chemischen Verwitterungsprozesse infolge der vorherrschenden niedrigen Temperaturen reduziert ist.

In Bereichen der stark gefalteten, metamorphen und morphologisch harten Hekla Hoek-Gesteine finden sich überwiegend schroffe, "alpine" Reliefformen mit steil aufragenden Bergen und Bergzügen sowie scharf herauspräparierten Kämmen, Graten und Zinnen<sup>18</sup>. Einen deutlichen Gegensatz bilden Formen, die in Bereichen flach einfallender oder horizontal gelagerter, relativ weicher Sedimentgesteine entstehen. Die Gipfelpartien solcher Bergzüge, z.B. aus Ton-, Schluff- und Lehmsteinen oder Schiefen, sind überwiegend gerundet und flachkuppig oder - meist durch einen Gesteinswechsel hervorgerufen - plateau- oder pyramidenförmig. Von den Gipfelbereichen vermitteln langgezogene Talflanken mit konkaven Unterhängen zu den Talböden. Bei nahezu horizontaler Schichtlagerung zeigen auch Berge/Bergzüge aus massigen, relativ harten Sandsteinen häufig plateau- oder pyramidenförmige Gipfel, die mit zunehmendem Schichteinfallen in Kämmen übergehen. Entgegen den Hängen weicher Sedimentgesteine treten die Talflanken jedoch zumeist als Steilhänge oder Wände in Erscheinung.

Die Haupttäler Svalbards und viele Nebentäler sind aufgrund der glaziären Erosion trogförmig ausgebildet. An ihren Unter- und Mittelhängen finden sich meist Moränendecken oder geringmächtige Moränenschleier aus der Deglaziationsphase. Die flachen Talböden der Haupttäler werden in der Regel von Lockersedimenten glazigener, glazifluvialer, glaziolimnischer, fluvialer oder mariner Herkunft gebildet. Die Talflanken der Haupttäler sind häufig von kerbartigen Nebentälern zerschnitten. Mit kleineren Bächen, die Hangrungen bilden, arbeiten sie im räumlichen Nebeneinander charakteristische Dreieckshänge - den Spitzbergen-Hang (RAPP 1960) bzw. den dreiteiligen Frosthänge (BÜDEL 1969) - heraus. Die runsenbildenden Bäche lagern das erodierte Material im Hangfußbereich meist in Form von Schwemmfächern ab. Eine weitere Gliederung erhalten die Talhänge durch Murgänge, deren Ablagerungen am Hangfuß als zungenförmige Schuttkörper erscheinen. Eine große Zahl der kleineren Täler<sup>19</sup> wird auch heute ganz oder teilweise von Gletschern eingenommen. Insbesondere in Tälern mit Gletscheranbindung durchziehen wasser- und sedimentreiche Flüsse, Bäche und Rinnsale die Talböden. Als anastomosierende Fließgewässer bilden sie ein komplexes System miteinander in Verbindung stehender Abflußbahnen ("braided river system"). Die fluviale Dynamik ist insgesamt auf die Sommermonate Juni bis August beschränkt, wobei die Abflußspitzen im Normalfall während der sommerlichen Schneeschmelze auftreten (vgl. BARSCH ET AL. 1992 und 1994).

Außerhalb der eisbedeckten Gebiete ist Svalbard nahezu vollständig von Permafrostboden unterlagert. Neben den Bereichen im Untergrund der Nährgebiete der größeren Gletscher treten Lücken im Permafrost vor allem unter und in der Umgebung der Fjorde sowie der wenigen größeren Seen (z.B. Linnévatnet) auf. Obwohl die Mächtigkeit des Permafrostbodens regional erheblich schwankt, werden doch Regelmäßigkeiten deutlich. So verläuft ein übergeordneter Gradient abnehmender Permafrostmächtigkeit vom Inland mit "kaltem" Permafrost (Mächtigkeit 400/500 m und mehr) über die

---

<sup>18</sup> Dies ist jener Relieftyp, der W. Barents bei der Entdeckung der Hauptinsel Svalbards augenscheinlich dazu bewegte, vom "Land der spitzen Berge" (Spitzbergen) zu sprechen.

<sup>19</sup> Neben den genannten Talformen gleichen die weiteren Talformen Svalbards denen der übrigen Arktis: Mulden-, Sohlen-, Kerbsohlen-, Kastental und Klamm. In vielen Fällen sind sie asymmetrisch ausgebildet.

Küstenabschnitte mit "warmem" Permafrost (Mächtigkeit 100 m und weniger) zu den permafrostfreien Offshore-Bereichen. Lokal wird diese Abfolge allerdings durch einen zweiten Gradienten, der mit abnehmender Permafrostmächtigkeit zwischen Berg- und Tallagen besteht, stark modifiziert (vgl. MEIER 1996: 312). Wie der Permafrostboden an sich, wird auch die Mächtigkeit der sommerlichen Auftauschicht von einem komplexen Faktorengefüge beeinflusst. In Abhängigkeit von den grundlegenden Faktoren Höhenlage und Exposition, Mikro- und Mesoklima, Bedeckungsgrad und Zusammensetzung der Vegetation sowie Kornspektrum und Wasserhaushalt des Bodens bestehen in der Mächtigkeit des sogenannten "active layers" große Unterschiede. Hinzu kommen jährliche Schwankungen, die z.B. innerhalb des Circumpolar Active Layer Monitoring-Projektes (CALM) im Tiefland am Kapp Linné (Bereich der meteorologischen Station Isfjord Radio) registriert werden (s. Tab. 2).

**Tab. 2: Auftautiefen des Permafrostes im Spätsommer 1991 - 1996 am Kapp Linné (nach BROWN 1996).**

Jahr	1991	1992	1993	1994	1995	1996
Auftautiefe (cm)	89	92	113	99	97	102

Auch wenn für Spitzbergen überblicksartig von 1 - 2 m Auftautiefe auszugehen ist, weisen Gipfellagen und nasse Standorte mit humusreicher Bodensubstanz generell geringere Auftautiefen auf als Bereiche auf Meereshöhe und trockene Standorte mit grobkörniger, humusarmer Bodensubstanz (z.B. Strandwälle). Als Richtwerte können für Gipfellagen des Nordenskiöldlands 10 - 20 cm, für Moor- und Sumpfgebiete 30 - 50 cm und für gehobene, exponierte Strandwälle an der Küste 120 - 250 cm Auftautiefe angenommen werden (MEIER 1991: 20).

Bei Betrachtung der Frostbodenformen - also jenes Kleinformenschatzes, der unter den Prozessen der engeren periglaziären Morphodynamik geschaffen wird - kann ein deutlicher Unterschied zwischen den Formen innerhalb des ozeanisch getönten Westspitzbergens und denen des kontinentalen Ostens beobachtet werden. Aufgrund einer durchschnittlich höheren Wassersättigung der Substrate (höhere Niederschläge, häufiger Nebel etc.) und einer durchschnittlich größeren Frostwechselhäufigkeit wird die Bildung von Frostbodenformen in Westspitzbergen derart begünstigt, daß die Formen dort wesentlich prägnanter ausgebildet sind als im Osten. Vor allem Strukturbodenformen (Substrate mit Detritussortierung), aber auch Texturbodenformen (Substrate ohne Detritussortierung) liegen im Westen oft geradezu lehrbuchhaft entwickelt vor, während sie im Osten eher gering ausgebildet sind (vgl. u.a. ÅKERMAN 1980 und THANNHEISER & MÖLLER 1994). Da die auffallenden Frostbodenformen der Frostschutt- und der Tundrenzone bereits früh das wissenschaftliche Interesse auf sich zogen, nicht zuletzt durch die Spitzbergen-Exkursion des Internationalen Geologen-Kongresses 1910, liegt heute eine sehr umfangreiche Literatur darüber vor (stellvertretend MEINARDUS 1912, MORTENSEN 1930, POSER 1931, FURRER 1959, ÅHMAN 1973, BÜDEL 1981, HALLET & PRESTRUD 1986 und MEIER 1991).

Ein über ganz Svalbard verbreitetes Phänomen der periglaziären Morphodynamik ist die Solifluktion. In Lockersedimenten ist die Auftauschicht über dem stauenden Permafrost während der sommerlichen Schneeschmelze stark wasserhaltig oder sogar wassergesättigt. Bereits auf schwach geneigtem Gelände (ab 2° Neigung) gerät die Auftauschicht dann hangabwärts in Bewegung und bildet verschiedenste Formen aus; z.B. Rasenloben und -stufen als Formen der sogenannten gebundenen Solifluktion (mit geschlossener Vegetationsdecke) oder Schuttloben und -stufen als Formen der ungebundenen Solifluktion (fehlende Vegetationsdecke)<sup>20</sup>. Ab etwa 5° Hangneigung kann schon ein

<sup>20</sup> Am Liefdefjord in Nordwestspitzbergen konnte LEHMANN (1992) an der Oberfläche eines 5° geneigten und zu 90 % vegetationsbedeckten Solifluktionslobuses aus sandigem Lehm innerhalb eines Jahres

flächenhaftes Schuttwandern, aus dem große Wanderschutt- oder Fließerdedecken entstehen, beobachtet werden. Von den Auswirkungen der Solifluktion bestehen zahlreiche Übergänge zu weiteren Prozessen und Formen wie Blockmeeren, Rutschungen, den bereits erwähnten Murgängen oder Schlammströmen.

Neben dem sommerlichen Schneeschmelzwasser haben auch einzelne, eher seltene, sommerliche Starkregenfälle einen großen Einfluß auf die Denudation des periglazialen Raums Spitzbergens. Hierdurch initiierte flächenhafte, abluale Spütereignisse haben dann einen nicht unerheblichen Anteil an der Denudation (vgl. LIEDTKE & GLATTHAAR 1992). Die Abluation bewirkt einen Abtrag von Feinmaterial in den oberen Hangbereichen, das an flachen Stellen der Unterhänge wieder akkumuliert wird. Auf diese Weise können bereits jährlich - vor allem aber über einen längeren Zeitraum hinweg - mächtige Feinmaterialablagerungen an den Unterhängen festgestellt werden.

### 5.3 Die klimatischen Verhältnisse

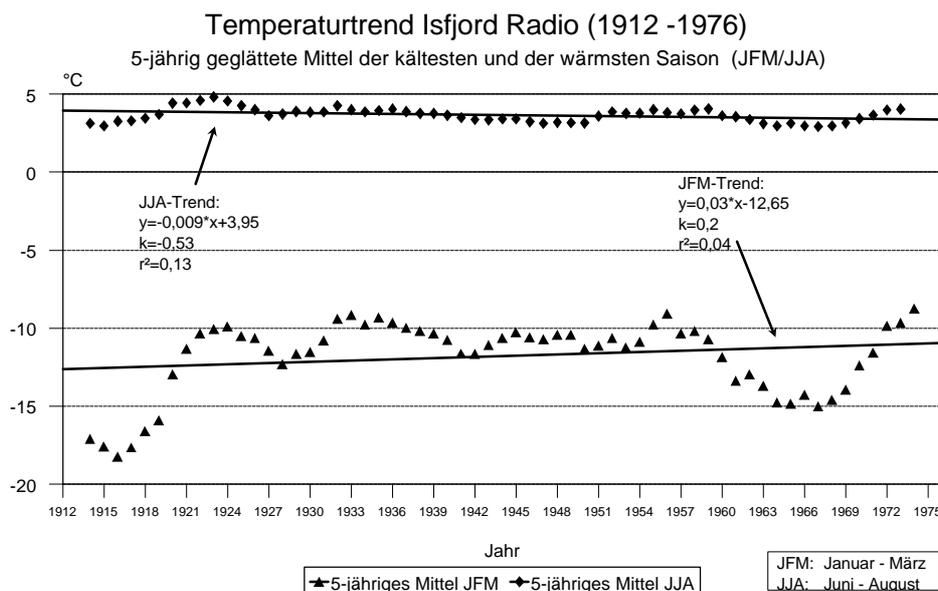
Für die klimatischen Verhältnisse Spitzbergens - und Svalbards insgesamt - sind neben der Insellage und der Strahlungsbilanz, die Lage innerhalb der planetarischen Windzirkulation, die umgebenden Meeresströmungen und -temperaturen sowie das stark gegliederte Relief von entscheidender Bedeutung.

Innerhalb der planetarischen Windzirkulation liegt der gesamte nordatlantische Raum im Spannungsfeld zwischen Tiefdruckgebieten um Island und Südostgrönland und Bereichen höheren Luftdrucks über dem arktischen Ozean. Dementsprechend üben zwei sehr unterschiedliche Luftmassen einen Einfluß auf das Klima Spitzbergens aus: Kalte, relativ trockene, arktische Luftmassen aus nördlichen und östlichen Richtungen und milde, feucht-maritime Luftmassen aus südlichen und westlichen Richtungen. Während die kalten Luftmassen der antizyklonalen polaren Ostströmung angehören, haben die feucht-warmen Luftmassen ihren Ursprung in der Westwindzirkulation zwischen Island und Norwegen. Beide Luftmassen finden im Gebiet von Spitzbergen ihren Überschneidungsbereich bzw. wechseln sich dort räumlich wie zeitlich ab. Die arktischen Kaltluftmassen bestimmen das Wetter (z.T. auch die Witterung) während des größten Teils des Jahres, während die feucht-maritimen Luftmassen im späten Frühjahr und im Sommer häufig wetterbeherrschend auftreten (vgl. SCHERER 1994: 4). Diese grobe Einteilung darf allerdings nicht darüber hinwegtäuschen, daß sich die beiden Luftmassen zu jeder Jahreszeit innerhalb kurzer Zeit gegenseitig verdrängen können. Damit sind dann in sehr kleinen Zeitabständen größere Temperaturschwankungen, ein Wechsel der Windrichtung und eine Änderung der Bewölkung verbunden. Auf diese Weise können selbst im Hochwinter Lufttemperaturen über dem Gefrierpunkt erreicht werden (Einfluß der Luftmassen aus Süden/Südwesten), während im Sommer die Temperaturen nicht selten unter 0°C sinken (Einfluß der Luftmassen aus Norden/Nordosten). Selbst die monatlichen Temperaturmittelwerte unterliegen demzufolge großen langjährigen Schwankungen (s.a. Abb. 9). Der Einfluß der unterschiedlichen Luftmassen macht sich verstärkt im Winter bemerkbar, da in dieser Jahreszeit ihre Temperaturoppositionen am größten sind<sup>21</sup>.

---

Bewegungsraten von durchschnittlich 23 mm horizontal und 5 mm abwärts registrieren. Im gleichen Zeitraum bewegte sich ein 14° geneigter Standort nicht vegetationsbedeckter, sortierter Solifluktionsstreifen dagegen 27 mm in der Horizontalen.

<sup>21</sup> Während des Zeitraums von 1911 bis 1976 betrug an der meteorologischen Station Isfjord Radio die Differenz zwischen der höchsten und der niedrigsten Monatsmitteltemperatur im Januar etwa 22°C (-1,3 bzw. -23,1°C). Für den wärmsten Monat (Juli) lag die Differenz dagegen bei etwas über 4°C (6,8 bzw. 2,6°C; STEFFENSEN 1982). Als Beispiel einer großen, schon extremen Temperaturschwankung von einem Tag zum nächsten kann eine Veränderung vom 4. auf den 5. März 1976 herangezogen werden, die an der



**Abb. 9: Temperaturschwankungen und -trends an der meteorologischen Station Isfjord Radio 1912 - 1976.** Fünfjährig geglättete Mittelwerte der kältesten und wärmsten Monate (Januar - März (JFM) bzw. Juni - August (JJA)). Berechnet nach Daten aus STEFFENSEN (1982).

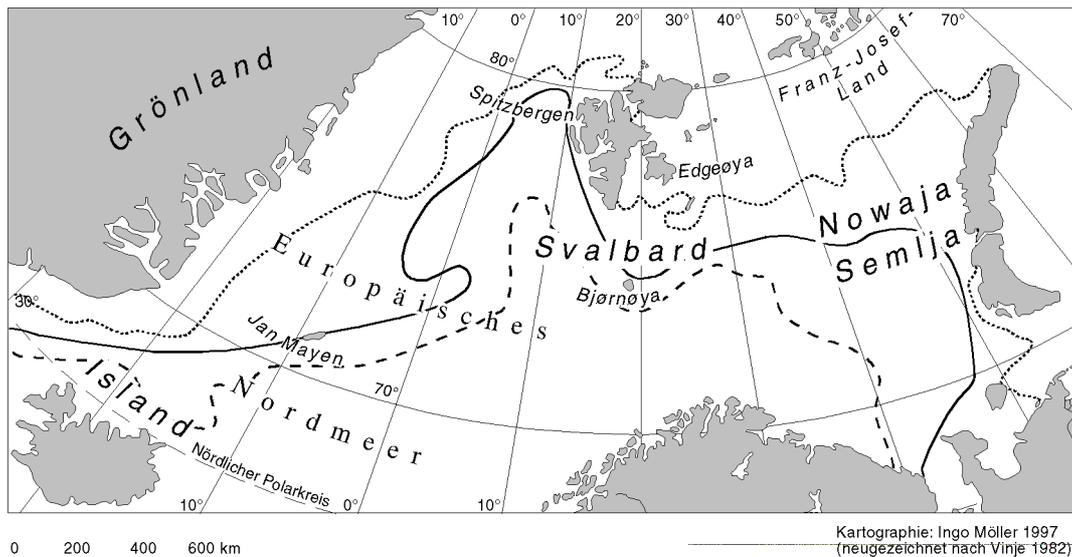
Mit den arktischen Kaltluftmassen ist häufig eine geringe Bewölkung verbunden. Im Winter bewirkt dies einen Wärmeverlust durch Ausstrahlung vom Boden, so daß die darüberliegende Luft ebenfalls abkühlt. Vorherrschende feucht-maritime Luftmassen korrelieren demgegenüber meist mit einem bedeckten Himmel, wodurch eine Wärmeausstrahlung in die freie Atmosphäre stark reduziert wird. Während des Sommers kehrt sich diese Beziehung zwischen Luftmassenzirkulation und Strahlungsverhältnissen dagegen um. Wenn die Sonne nicht zu flach über dem Horizont steht, kommt es bei klarem Himmel durch die direkte Sonneneinstrahlung zur Erwärmung des Bodens und einer daraus resultierenden, konvektiven Erwärmung der bodennahen Luftschicht. Eine starke Bewölkung würde dies verhindern (vgl. HISDAL 1985: 24).

Neben dem Einfluß der unterschiedlichen Luftmassen werden die klimatischen Verhältnisse erheblich durch die vorherrschenden Meeresströmungen beeinflusst bzw. erhalten eine regional differenzierte Ausprägung. Entlang der Westküste Spitzbergens zieht der warme Westspitzbergenstrom, ein von Nordnorwegen kommender Ausläufer des Golfstromsystems, nach Norden. Im Winter verursacht dieser Strom westlich von Spitzbergen die am nördlichsten gelegene offene Meeresoberfläche in der Arktis (s. Abb. 10).

---

Station Svalbard Lufthavn nahe Longyearbyen registriert wurde. Innerhalb von 24 Stunden erhöhte sich die mittlere Tagestemperatur von  $-36,0^{\circ}\text{C}$  auf  $3,2^{\circ}\text{C}$ ; ein Temperatursprung von beinahe  $40^{\circ}\text{C}$ !

Dieser Temperatursprung vollzog sich sogar ohne großen Einfluß der Sonneneinstrahlung, da die Sonne Anfang März auf der Breitenlage Longyearbyens noch sehr flach und nur um die Mittagszeit über dem Horizont erscheint. Die Polarnacht dauert in Longyearbyen vom 28. Oktober bis 14. Februar. Auf eine sich daran anschließende Übergangszeit folgt ab dem 20. April der Polartag. Dieser dauert bis 22. August an und wird schließlich wieder von einer Übergangszeit abgelöst.



**Abb. 10: Grenzen der Meereisverbreitung im Europäischen Nordmeer während des Monats März (1971 - 1980).**

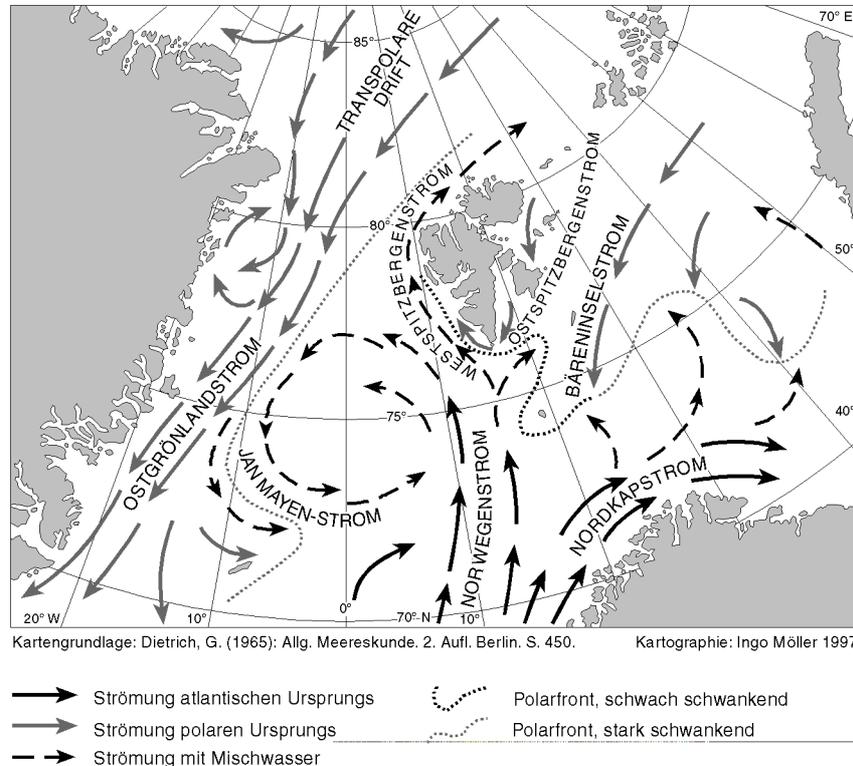
Die Grenzen umschließen Bereiche mit mehr als 40 % Meereisbedeckung. Im März wird gewöhnlich die größte Ausbreitung des Meereises erreicht. Für die Jahre 1971 - 1980 zeigt die durchgezogene Linie die mittlere Ausbreitung, die gerissene Linie die maximale Ausbreitung (=südlichste Lage der Grenze) und die gepunktete Linie die minimale Ausbreitung (=nördlichste Lage der Grenze) des Meereises.

Östlich von Svalbard strömt dagegen der aus dem Nordpolarbecken kommende kalte Ostspitzbergenstrom nach Süden, dringt dabei an den Südausgang der Hinlopen-Stretet zwischen Spitzbergen und Nordaustlandet, umströmt die Insel Hopen und trifft bei der Bjørnøya auf die Ausläufer des Golfstroms (s. Abb. 11). Auf der Ostseite Spitzbergens gelangt die Meereisgrenze durch den Ostspitzbergenstrom im Sommer erheblich weiter nach Süden als an der Westseite. Zu dieser Jahreszeit treiben Treibeisfelder nicht selten um das Sørkapp herum an die Westküste Spitzbergens und vor dieser weiter nach Norden. Während weite Abschnitte der Westküste meist von Ende Mai/Anfang Juni bis in den späten Oktober eisfrei sind, ist die Ostküste Spitzbergens nur im August und September im Bereich zwischen Storfjorden und Sørkapp eisfrei. In den übrigen Bereichen der Ostküste werden dagegen vielfach mehr als 40 % der Wasseroberfläche von einer sommerlichen Meereisdecke eingenommen (vgl. STEFFENSEN 1982).

In weiten Teilen der Ostküste bedingt diese sommerliche Meereisdecke im Endeffekt deutlich niedrigere Lufttemperaturen als an der Westküste<sup>22</sup>. In bezug auf die Temperaturverhältnisse profitieren große Abschnitte der Westküste dagegen von den relativ hohen Wassertemperaturen von 4 - 6°C des Westspitzbergenstroms. Außerdem werden mit dieser Strömung immer wieder Zellen milder, zyklonaler Luftmassen herantransportiert, die mit dem Freiwerden latenter Wärme ebenfalls einen positiven Effekt auf die Lufttemperatur ausüben.

<sup>22</sup> Darüber hinaus ist durch die Meereisdecke ursächlich begründet, weshalb Nordostspitzbergen die größte Landeisbedeckung der Insel aufweist. Auch die große Vergletscherung Südspitzbergens wird noch auf den Ostspitzbergenstrom zurückzuführen sein, weil dieser - wie bereits erwähnt - um die Südspitze der Insel herumzieht und den dortigen Küstenbereich dem unmittelbaren Einfluß des warmen Westspitzbergenstroms entzieht. Der Westspitzbergenstrom erreicht an der Westküste Spitzbergens seinen größten klimatischen Einfluß etwa zwischen dem Isfjorden und dem äußersten nordwestlichen Rand der Insel, da er dort den küstennahsten Verlauf aufweist.

Da die jährliche Strahlungsbilanz des Systems Erde - Atmosphäre in der gesamten Arktis negativ ist<sup>23</sup>, besteht in der Arktis ein großer, kontinuierlicher Wärmeverlust (LOCKWOOD 1985: 84). Dieses Strahlungsbilanzdefizit muß durch Advektionsprozesse, also ein Heranführen von Wärmeenergie aus niederen Breiten, ausgeglichen werden.



**Abb. 11: Oberflächenströmungen in den Meeren um Svalbard.**

Wie zuvor dargestellt, sorgen im Bereich Spitzbergens insbesondere die feucht-warmen Luftmassen aus süd(west)lichen Richtungen und der warme Westspitzbergenstrom für eine Verringerung des Defizits. Sie bewirken darüber hinaus, daß die Insel in Anbetracht ihrer hohen Breitenlage ein ausgesprochenes Gunstklima besitzt<sup>24</sup>. Im Vergleich zu anderen arktischen Klimastationen ähnlicher Breitenlage (vgl. Tab. 3 und Tab. 4) zeigt sich dies in

- 2 - 3°C höheren Mitteltemperaturen während des Sommers,
- milden Wintertemperaturen, die im langjährigen Mittel des kältesten Monats z.T. mehr als 20°C höher liegen und
- der Länge der Zeit mit einer positiven monatlichen Mitteltemperatur, die auf Spitzbergen oft doppelt so lang ist wie an Vergleichsstationen.

An der Westküste Spitzbergens liegen die Mitteltemperaturen des wärmsten Monats (Juli) um 5°C. Temperaturen außerhalb des Bereichs von 1 - 10°C sind eher ungewöhnlich und Temperaturen über

<sup>23</sup> Die Summe aller Einstrahlungen aus dem Weltraum ist kleiner als die Summe aller Ausstrahlungen in den Weltraum.

<sup>24</sup> Wie die Insel Spitzbergen weist auch das gesamte Svalbard-Archipel ein Gunstklima auf. Entsprechend dem Verlauf der Wärmetransportmedien (Südwestwinde und Westspitzbergenstrom) nimmt der begünstigende Effekt allerdings generell von West nach Ost ab.

15°C äußerst selten<sup>25</sup>. Während der kältesten Zeit des Jahres (Januar/Februar/März) bewegen sich die Mitteltemperaturen dagegen zwischen -8°C und -16°C. Temperaturen unter -30°C bleiben zu dieser Zeit die Ausnahme<sup>26</sup>. Von der Station Isfjord Radio an der Mündung des Isfjorden nehmen die Wintertemperaturen gegen Norden und Osten ab, in Richtung des Innerfjordbereichs im Osten durchschnittlich um etwa 2 - 4°C. Da im Innerfjordbereich die Sommertemperaturen zudem etwas höher liegen als an der Küste, zeichnet sich zwischen beiden Bereichen ein Ozeanitäts-/Kontinentalitätsgefälle ab, das durch die Ausprägung weiterer Klimaparameter belegt wird (vgl. Tab. 3). Die meteorologischen Stationen verzeichnen im langjährigen Mittel zwischen 260 und 270 Frosttage pro Jahr, wobei die Eistage (200 - 225) über die Frostwechseltage (50 - 65) dominieren. Die Jahressumme der Frosttage mit einer Minimumtemperatur unter -10°C unterstreicht die in den Innerfjordbereich zunehmende Kontinentalität, da sie von etwa 120 - 130 Tagen an der Küste auf etwa 150 - 165 Tage im Innerfjordbereich ansteigt (Daten nach FØRLAND, HANSEN-BAUER & NORDLI 1997).

**Tab. 3: Ausgewählte klimatische Parameter meteorologischer Stationen Spitzbergens, Bjørnøyas und Hopens.**

Station	ISR	NYÅ	BAB	SLH	SVG	HOS	BJØ	HOP
<b>Temperatur (°C)</b>								
Jahresmittel	-5,1	-5,8	-6,1	-6,7	-7,1	-5,4	-2,4	-6,4
Σ Monatsmittel Juni - August	9,6	11,4	11,6	12,6	12,6	9,1	10,6	3,8
Σ Monatsmittel Juni - September	10,2	11,5	12,1	12,9	13,2	9,8	13,3	4,5
Σ Monatsmittel Januar - März	-36,5	-39,8	-43,3	-47,2	-49,3	-37,9	-23,4	-41,6
Monate mit Mitteltemperatur > 0°C	4	4	4	4	4	4	4	3
<b>Niederschlag (mm)</b>								
Mittlere Jahressumme	480	385	525	190	260	405	371	476
Σ Monatsmittel Juni - August	121	84	90	51	39	122	89	104
<b>Niederschlag (Tage)</b>								
Mittlere Jahressumme	(a)	(b)	.	(c)	(e)	.	(g)	(k)
Σ Monatsmittel Juni - August	161	270	.	157	138	.	216	228
	43,1	13,9	.	34,3	23,8	.	44,4	51,1
<b>Relative Luftfeuchtigkeit (%)</b>								
Jahresmittel	(a)	(b)	.	(c)	(f)	.	(h)	(k)
Mittel der Monate Juni - August	83	78	.	73	81	.	88	88
	87	84	.	74	82	.	91	92
<b>wolkenbedeckter Himmel (Tage)</b>								
Mittlere Jahressumme	(a)	(b)	.	(c)	(e)	.	(g)	(l)
Σ Monatsmittel Juni - August	178	164	.	157	167	.	236	208
	56,2	56,1	.	52,5	51,6	.	69,4	66,1
<b>Nebel (Häufigkeit in %)</b>								
Jahresmittel	(a)	(b)	.	(c)	(e)	.	(j)	(l)
Mittel der Monate Juni - August	1,9	0,7	.	0,5	0,3	.	7,3	8,4
	4,7	2,2	.	1,2	0,7	.	18,2	20,8
<b>Windstärke ≥ 6 Bf. (Tage)</b>								
Jahressumme	(a)	(b)	.	(c)	(d)	.	(i)	(k)
Σ Monatsmittel Juni - August	180	70	.	103	70	.	179	100
	20,8	1,2	.	14,1	8,1	.	23,8	12,1

ISR = Isfjord Radio, NYÅ = Ny Ålesund, BAB = Barentsburg, SLH = Svalbard Lufthavn, SVG = Sveagruba, HOS = Hornsund, BJØ = Bjørnøya, HOP = Hopen. Die Daten sind nicht direkt vergleichbar, da sie unterschiedlichen Zeiträumen entstammen.

Für die hier angestrebte überblicksartige Charakterisierung reichen sie dennoch aus.

Die Temperatur- und Niederschlagsmenge beziehen sich auf die Normalperiode 1961-1990. Die weiteren Daten stammen aus den Jahren: (a): 1956-75, (b): 1975-96, (c): 1976-96, (d): 1978-96, (e): 1979-96, (f): 1982-96, (g): 1920-96, (h): 1923-96, (i): 1937-96, (j): 1956-96, (k): 1946-96.

Gemäß der Klassifikation nach Köppen weisen die Stationen Svalbards ein ET-Klima auf.

Zusammengestellt und berechnet nach FØRLAND, HANSEN-BAUER & NORDLI (1997).

Die Niederschläge sind wie in allen anderen arktischen Gebieten gering und liegen durchschnittlich zwischen 350 - 480 mm pro Jahr an der Westküste Spitzbergens und etwa 190 - 300 mm pro Jahr in den Innerfjordbereichen (vgl. Tab. 3). Der meiste Niederschlag fällt in Verbindung mit Zyklonen, die

<sup>25</sup> Das absolute Maximum im Zeitraum 1946 - 1975 beträgt an der Station Isfjord Radio 17,0°C (Juli 1966).

<sup>26</sup> Das absolute Minimum für die Station Isfjord Radio in der Periode 1946 - 1975 ist -33,5°C (Dezember 1968).

von Südwest nach Nordost ziehen. Im allgemeinen fallen die größten Niederschlagsmengen im Bereich der exponierten Gebirgskette Westspitzbergens. Demgegenüber befinden sich die Innerfjordbereiche, aber auch die großen Fjorde in Nordspitzbergen, in einer ausgesprochenen Leelage, die sie vor den niederschlagsbringenden Winden abschirmt und daher geringere Niederschlagsmengen bedingt. Für den Liefdefjorden und den Woodfjorden können Jahressummen um 200 mm angenommen werden, für den inneren Wijdefjorden und Teile Ostspitzbergens etwa 150 mm. Den Temperaturverhältnissen entsprechend ist die mittlere Anzahl der Schneetage pro Jahr wesentlich größer als die mittlere Jahressumme der Regentage. Sowohl die Anzahl der Schnee- als auch die der Regentage ist an der Westküste größer als in den Innerfjordbereichen. Die Schneebedeckung hält in den Tieflandslagen etwa 230 - 250 Tage an, gewöhnlich von Ende September bis Anfang Juni. Ihr Fortbestand und ihre Mächtigkeit sind jedoch stark von den standörtlichen Relief- und Windverhältnissen abhängig. Trotz der geringen Jahresniederschläge herrschen in den eisfreien Gebieten Spitzbergens humide Verhältnisse vor, da die Verdunstung temperaturbedingt gering ist und der gefrorene Untergrund zu staunassen Bedingungen führt.

Tab. 4: Ausgewählte klimatische Parameter einiger arktischer Vergleichsstationen.

Station	westlich Svalbard ←				⇒ östlich Svalbard		
	ISA	RES	MYG	JAM	RUD	KOT	VRA
Geogr. Breite	78°74'N	74°41'N	73°29'N	71°01'N	81°48'N	76°00'N	70°58'N
Geogr. Länge	103°32'W	94°54'W	21°34'W	8°40'W	57°57'E	137°54'E	178°32'W
Anzahl der Jahre	10	24	19-20	30	30	30	10
<b>Temperatur (°C)</b>							
Jahresmittel	-18,7	-16,4	-10,0	-1,4	-11,9	-14,3	-11,7
Σ Monatsmittel Juni - August	4,9	6,7	8,2	11,1	-1,1	4,3	5,6
Σ Monatsmittel Juni - September	-3,5	1,8	6,8	13,9	-6,1	2,8	3,9
Σ Monatsmittel Januar - März	-106,2	-97,4	-61,8	-17,9	-63,9	-86,4	-72,8
Monate mit Mitteltemperatur > 0°C	2	2	3	5	1	2	3
<b>Niederschlag (mm)</b>							
Mittlere Jahressumme	99	138	298	683	98	131	104
Σ Monatsmittel Juni - August	48	70	96	145	45	40	48
<b>Niederschlag (Tage)</b>							
Mittlere Jahressumme	74	94	96	235	.	124	99
Σ Monatsmittel Juni - August	23	26	20	49	.	35	29
<b>Relative Luftfeuchtigkeit (%)</b>							
Jahresmittel	.	.	.	85	89	79	85
Mittel der Monate Juni - August	.	87	.	88	95	74	85

ISA = Isachsen (Ellef Ringnes Island, Kanada), RES = Resolute (Cornwallis Island, Kanada), MYG = Myggbukta (Ostgrönland), JAM = Jan Mayen (Norwegen), RUD = Ostrov Rudolfa (Franz-Joseph-Land, Russland), KOT = Kotelnjy (Neusibirische Inseln, Russland), VRA = Ostrov Vrangelya (Russland). Jan Mayen weist ein Dfc-Klima auf, die anderen Stationen ein ET-Klima.

Zusammengestellt und berechnet nach MÜLLER (1979) und FØRLAND, HANSEN-BAUER & NORDLI (1997).

Einige weitere klimatische Parameter sind in der Tab. 3 aufgeführt; im übrigen sei auf die Literaturhinweise in diesem Kapitel verwiesen. Auf eine weitere Darstellung und Interpretation wird an dieser Stelle aber verzichtet, da für Spitzbergen eine Extrapolation der im einzelnen erhobenen Parameterwerte sehr schwierig ist. Die orographischen Gegebenheiten modifizieren das lokale Wettergeschehen in Spitzbergen derart stark, daß über kleine Distanzen, zum Teil von Tal zu Tal, mit recht deutlichen Unterschieden zu rechnen ist, die sich auch in den klimatischen Mittelwerten ausdrücken (müßten)<sup>27</sup>. Einige wichtige, durchaus verbreitete Einflüsse auf das lokale Wetter-

<sup>27</sup> Dies wird recht gut durch die in Tab. 3 aufgeführten Jahressummen des Niederschlags der Stationen Barentsburg und Svalbard Lufthavn deutlich. Obwohl beide Orte nur 35 km voneinander entfernt liegen, übersteigt die Jahressumme des Niederschlags in Barentsburg diejenige von Svalbard Lufthavn beinahe um das dreifache.

geschehen sind u.a. reliefbedingte Luv- und Leelagen, Föhneffekte, katabatische Winde von großen Gletscherflächen, die Kanalisierung von Winden in tiefeingeschnittenen Tälern, Expositions- und Inklinationsunterschiede sowie die variierenden Meereisverhältnisse. In Abhängigkeit von den lokalen Gegebenheiten überlagern sich die Auswirkungen dieser Effekte in vielfältiger Weise.

## 5.4 Eine vegetationsgeographische Einordnung des Untersuchungsraumes

Das im Breitenkreisvergleich milde Klima Spitzbergens läßt die Insel im Zusammenwirken mit den übrigen abiotischen Geofaktoren zu einem ökologischen Gunstraum werden, dessen floristische Diversität relativ groß ist. Nachdem die Bestandsaufnahme der Gefäßpflanzen durch zahlreiche Expeditionen in nahezu alle Regionen Spitzbergens als weitgehend abgeschlossen angesehen werden kann, beschreibt die aktuelle und am meisten differenzierende Gefäßpflanzenflora 186 verschiedene Taxa (ELVEN & ELVEBAKK 1996). Hiervon werden 21 Sippen als vom Menschen eingeschleppt angesehen, sechs der 21 als etabliert und überdauerungsfähig. Die Flora Spitzbergens umfaßt somit 165 wildwachsende, einheimische Taxa<sup>28</sup>. Taxonomische Probleme bestehen vor allem in den Gattungen *Cerastium*, *Draba*, *Festuca*, *Poa*, *Potentilla*, *Puccinellia*, *Ranunculus* und *Saxifraga*. Der relative Artenreichtum Svalbards bezieht sich allerdings nur auf einen Vergleich mit Bereichen des arktischen Westsibiriens, Nordgrönlands und Teilen des östlichen kanadischen Arktis-Archipels. So finden sich zum Beispiel auf Franz-Josef-Land 57 verschiedene Gefäßpflanzensippen, an der Nordspitze der Taimyr-Halbinsel weniger als 60 und auf der nördlich vorlagerten Inselgruppe Sewernaja-Semlja weniger als 75. Für Nowaja Semlja sind zwischen 75°30' und 77°N 70 verschiedene Sippen nachgewiesen (LYNGE 1923), von denen 63 auch in Svalbard vorkommen. Von den 128 Sippen Nordostgrönlands (74° bis 79° N) (BØCHER, HOLMEN & JACOBSEN 1957) sind immerhin 105 in Svalbard zu finden. Letztlich finden sich mehr als ¾ der Gefäßpflanzenarten Svalbards auch in Nordskandinavien. Bei diesen Vergleichen darf nicht außer acht gelassen werden, daß natürlich auch innerhalb der Inselgruppe Svalbards erhebliche Unterschiede bezüglich der Gesamtartenzahl und der floristischen Diversität bestehen (vgl. Kap. 5.4.1). Insgesamt scheinen die Gemeinsamkeiten und Beziehungen der Flora Svalbards stärker nach Westen denn nach Osten ausgeprägt zu sein (vgl. RØNNING 1963). Als relativ gering erscheint die Artenzahl Svalbards im Vergleich zur nordamerikanischen und ostsibirischen Arktis, aus denen mehr als 500 bzw. 450 verschiedene Sippen bekannt sind.

Innerhalb der arktischen Florenregion der Holarktis gelegen (vgl. WALTER & STRAKA 1970: 280ff.), setzt sich die Gefäßpflanzenflora Svalbards vor allem aus arktischen, meist zirkumpolar verbreiteten, und arktisch-alpinen Sippen zusammen. Unter beiden Florenelementen findet sich eine nennenswerte Anzahl amphiatlantischer Sippen. Subarktisch(-subalpine) Taxa haben dagegen einen geringen Anteil<sup>29</sup>. Bislang sind nur zwei endemische Arten bekannt: *Puccinellia svalbardensis* und *Saxifraga*

<sup>28</sup> RØNNING (1996) führt in seiner Gefäßpflanzenflora hingegen 164 einheimische und 7 eingeschleppte, überdauerungsfähige Sippen auf.

<sup>29</sup> Arktische Sippen kommen nur in der Arktis vor. Beispiele aus der Flora Spitzbergens sind *Arctophila fulva*, *Carex aquatilis ssp. stans*, *Eutrema edwardsii*, *Pleuropogon sabinei* und *Potentilla pulchella*. Arktisch-alpine Sippen haben neben ihrem Hauptareal in der Arktis auch noch Exklaven in der alpinen Stufe von Hochgebirgen der borealen und/oder der nemoralen Zone, so zum Beispiel *Braya purpurascens*, *Cerastium arcticum*, *Erigeron humile*, *Luzula arctica* und *Papaver dahlianum*. Sippen des subarktisch(-subalpinen) Florenelementes haben ihre Hauptverbreitung dagegen im Übergangsbereich zwischen dem arktischen und dem borealen Element sowie in der subalpinen Stufe borealer Gebirge; z.B. *Rubus chamaemorus* und *Carex capillaris*. Amphiatlantische Sippen treten beiderseits des Atlantiks auf, fehlen jedoch im pazifischen Raum; z.B. *Arabis alpina*, *Cerastium regelii*, *Draba norvegica*, *Euphrasia frigida*, *Pedicularis hirsuta* und *Silene acaulis*. Eine übersichtliche Einteilung der Sippen findet sich in RØNNING (1965a) sowie in DUBIEL (1991) für das Gebiet des NW-Sørkapp Lands.

*svالبardensis*. Unter den extremen Lebensbedingungen, insbesondere infolge der sehr kurzen Vegetationsperiode (40 - 70 Tage, maximal Anfang/Mitte Juni bis Mitte/Ende August), konnte sich nur eine einjährige Art etablieren: *Koenigia islandica*. Trotz oben genannter Affinitäten zur Flora Nordgrönlands und der westsibirischen Arktis stellt ALEKSANDROVA (1980) in ihrer geobotanischen Gliederung der Arktis Svalbard, ohne Nordaustlandet und die umgebenden kleineren Inseln, als eigenständige Provinz heraus. Nordaustlandet ordnet sie dagegen der nördlich an die Arktis anschließenden Polaren Wüstenregion zu, wo sie zusammen mit dem Franz-Josef-Land und der Nordspitze Nowaja Semljas in der Barents-Provinz liegt. Als Hauptgründe für die Ausweisung einer eigenständigen Spitzbergen-Provinz (the Spitsbergen autonomous district) führt sie das Fehlen sibirischer Florenelemente, das Vorhandensein amphiatlantischer Sippen und die weite Verbreitung der in Grönland nicht vorkommenden *Salix polaris* sowie die Verbreitung der auf Nowaja Semlja fehlenden *Cassiope tetragona* an. YURTSEV (1994) stellt Svalbard mit Franz-Josef-Land, aber ohne Bjørnøya, ebenso in eine eigenständige Einheit, nämlich in die Svalbard-Subprovinz. Diese ist eine von vier Subprovinzen der Europäisch-Westsibirischen Provinz, welche ihrerseits von Jan Mayen im Westen bis zur Jenissej-Mündung im Osten reicht.

Derzeit gibt es vier Hypothesen zu der Herkunft der Pflanzenarten, die sich im Holozän in Spitzbergen etabliert haben. Diese werden auch für das übrige Nordeuropa zum Teil sehr kontrovers diskutiert (vgl. zusammenfassende Diskussion in DIERSSEN 1996: 54ff.):<sup>30</sup>

- a) Während der maximalen Vereisung waren die Inseln Svalbards komplett vegetationsfrei und wurden in Interglazialen und im Postglazial insbesondere aus südlicher Richtung neu oder wieder besiedelt. Die heutige Flora besteht demzufolge aus Rückwanderungselementen ("Rückwanderungshypothese").
- b) Auch während der Glazialzeiten existierten eisfreie Gebiete, z.B. Nunatakker, aber auch in Tieflandslagen, in denen einige besonders kälteangepaßte Sippen überleben konnten, um sich von dort wieder auszubreiten ("Nunatak- oder Überwinterungshypothese").
- c) Im Postglazial eisfrei gewordene Lebensräume wurden durch Fernausbreitung besiedelt ("long distance dispersal").
- d) Widerstandsfähige Samen haben vor Ort die Glazialzeiten überdauert, so daß sich die Arten anschließend unter günstigen Keimungsbedingungen regenerieren konnten.

Von diesen Hypothesen schließen sich a) und b) gegenseitig aus. Für die Überwinterungshypothese b) sprechen die vorhandenen geologisch-geomorphologischen Untersuchungsergebnisse, nach denen einige Tieflandslagen bereits seit mindestens 40 000 Jahren eisfrei sind (vgl. Kap. 5.1). Demnach ist es mehr als wahrscheinlich, daß es während der gesamten Weichsel-Kaltzeit eisfreie Refugien auf Spitzbergen gab. Für solche Refugien sprechen auch die isolierten Vorkommen einiger Pflanzenarten. So existieren zum Beispiel die bereits erwähnten *Carex capillaris* und *Euphrasia frigida*<sup>31</sup> wie auch *Sibbaldia procumbens* nur nahe der warmen Quellen am Sverrefjellet im Bockfjorden. Ihre dortigen Vorkommen lassen sich sehr gut mit der Annahme erklären, daß die Arten zu Beginn der Vereisung aus einer reicheren Vegetation heraus dorthin zurückgedrängt wurden. Vergleichbares gilt auch für die isolierten Vorkommen von *Salix herbacea* und *Ranunculus glacialis* im Sørkapp Land (vgl. RØNNING 1996: 14).

<sup>30</sup> Auf arealkundlicher Grundlage und mit zahlreichen Theorien und Postulaten versehen, führt HADAČ (1960) eine ausführliche Diskussion über die Herkunft und Entwicklung vieler Pflanzensippen Svalbards.

<sup>31</sup> *Euphrasia frigida* wurde jüngst auch im Colesdalen, 150 km vom Sverrefjellet entfernt, gefunden (ALSOS & LUND 1999).

Gegen die Hypothese a) spricht die Tatsache, daß mit einem Einwandern von Sippen aus dem Süden auch mit einer Zunahme der Artenzahl von Nord nach Süd zu rechnen wäre, weil die einwandernden Arten im Süden zuerst siedeln müßten. Dies ist jedoch nicht der Fall (vgl. Kap. 5.4.1).

Die Hypothesen c) und d) stehen den beiden erstgenannten nicht konträr gegenüber. Vielmehr lassen sie sich mit beiden sehr leicht kombinieren. In einer Kombination bzw. in einem Nebeneinander der verschiedenen Besiedlungsmöglichkeiten liegt meines Erachtens auch der Schlüssel für die Besiedlung durch einzelne Sippen. Während eine Sippe zunächst durch eine klimatische Verschlechterung zu Beginn der Weichsel-Kaltzeit verdrängt wurde, kann eine andere an einem Refugialstandort überdauern haben. Auch das Überleben von Samen bestimmter Sippen ist denkbar, während andere wiederum erst im Postglazial über lange Distanzen durch Meeresströmungen, über die Luft oder durch Tiere eingebracht wurden. Hieraus ergäbe sich ein sehr differenziertes Muster zur Besiedlung, das für die verschiedenen Sippen unterschiedlich aussieht.

Grundsätzliche Probleme bei der Rekonstruktion der postglazialen Vegetationsgeschichte bestehen in durchweg geringmächtigen Seesedimenten und Torflagern, die zumeist relativ jung und zum Beispiel durch Kryoturbationen vielfach gestört sind. Außerdem beeinflussen die jährlichen Witterungsschwankungen die Sedimentations- und Erosionsprozesse in der Arktis wesentlich stärker als in der borealen und der gemäßigten Zone. Aufgrund der schwächeren Produktion der arktischen Vegetation enthalten die Ablagerungen zudem weniger Pollen und Sporen, was aber eher ein geringeres Problem ist. Nach bisherigen Untersuchungen läßt sich noch kein zusammenfassendes Bild zur postglazialen Vegetationsentwicklung nachzeichnen (vgl. JANKOVSKA 1994). Trotz einiger palynologischer Studien von Torflagern und Seesedimenten beschränken sich die Resultate meist auf zeitlich und/oder räumlich eng begrenzte Ausschnitte der Vegetationsentwicklung (vgl. KNAAP 1985 und 1988c). Die bisher untersuchten Torfablagerungen reichen 7900 Jahre zurück, sind jedoch nicht durchgehend entwickelt. KNAPP (1989) folgert aus einem Profil von der Edgeøya für den Zeitraum von 7900 bis 6700 Jahren vor heute ein trockeneres Klima mit einer gefäßpflanzenreicheren Vegetation als heute. Ein weiteres Profil von der Edgeøya und eines aus dem Agardhdalen (Ostspitzbergen) kann KNAPP (1988a) bis 4500 bzw. 4000 Jahre vor heute zurück datieren. Die beiden Standorte, zwei Vogelrastplätze, unterliegen zwar gewissen Schwankungen bezüglich des Pollenspektrums, werden aber dennoch als relativ stabil angesehen. Als sehr stabil bezeichnet der Autor außerdem ein Vogelkliff auf der Amsterdamøya, an dem sich seit mindestens 500 Jahren keine Vegetationsveränderungen nachvollziehen lassen. An einem Torfprofil von der Brøggerhalvøya zeigen sich nocheinmal deutlich die oben erwähnten Probleme. KNAPP (1988) kann dieses Profil zwar bis etwa 4400 Jahre vor heute zurück datieren und für die Zeit 4400 bis 2450 Jahre vor heute eine Vernässung des Standortes, die möglicherweise auf sinkende Temperaturen zurückzuführen ist, bestimmen. Doch die standörtlichen Gegebenheiten beeinflussen das Profil derart stark (sich verstärkender Einfluß eines nahen Baches), daß Änderungen des Pollenspektrums keinesfalls großräumig extrapoliert werden können.

#### **5.4.1. Vegetationsgeographische Gliederung Svalbards**

##### **5.4.1.1 Vegetationszonen**

Auf der Grundlage der Verbreitung der Gefäßpflanzenarten erstellte bereits NATHORST (1883) eine Karte, in der die artenreichsten Gebiete Spitzbergens umgrenzt sind (vgl. Abb. 12). Die inneren Bereiche des Isfjorden umfassen darin als florenreichstes Gebiet 114 Gefäßpflanzenarten, was 93 % der damals bekannten Arten entspricht. Ein größerer Bereich vom Hornsund im Südwesten bis zum Sorgfjorden im Nordosten umfaßt darüber hinaus bereits alle im Jahre 1883 bekannten Arten, von denen 31 auf dieses Gebiet beschränkt sind. Als Begründung für die Konzentration der Pflanzenarten

in diesem Gunstraum nimmt NATHORST (op.cit.) an, daß es sich - mit Ausnahme des Gebietes südlich des Bellsunds - um die kontinentalsten Bereiche Spitzbergens handelt.

Vier außergewöhnlich florenreiche Gebiete Spitzbergens beschreibt RØNNING (1963). Das Lagemuster der artenreichen Gebiete (vgl. Abb. 13) läßt sich seiner Meinung nach jedoch besser durch vegetationshistorische als durch klimatische Gründe erklären (Überwinterungshypothese, vgl. S. 36).

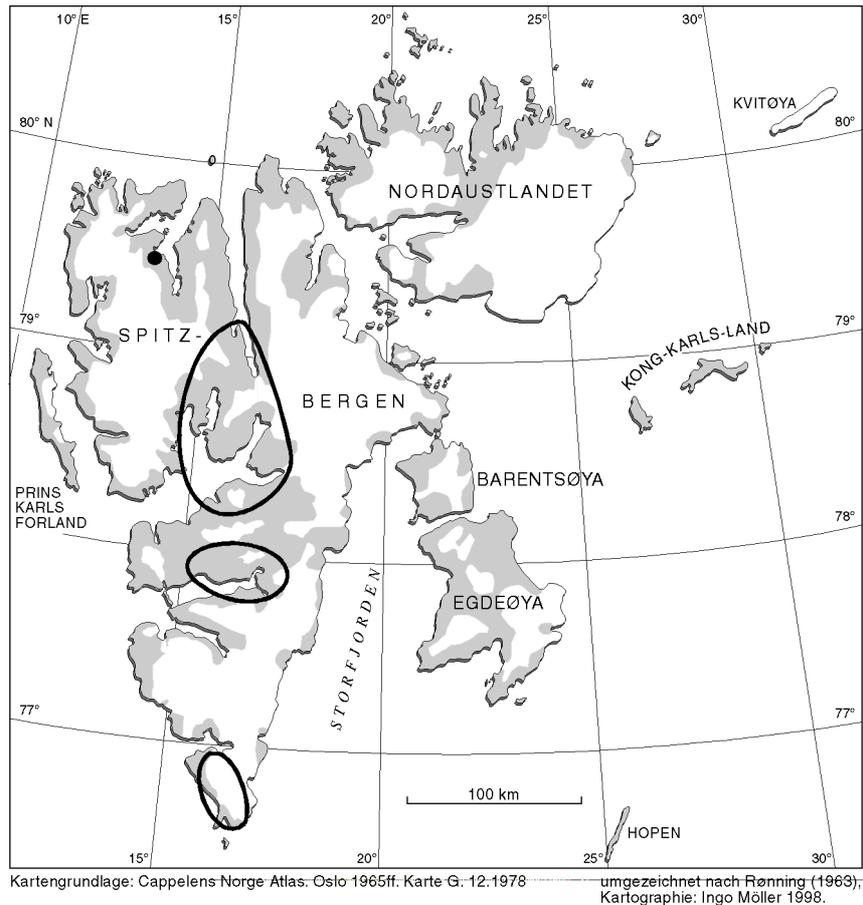
Eine Karte zur bioklimatischen Gliederung Svalbards ("zones of climate and vegetation") präsentieren SUMMERHAYES & ELTON (1928). Die Tieflandslagen Svalbards werden darin in vier Zonen unterteilt: "Barren Zone", "Dryas Zone", "Cassiope Zone" und "Inner Fjord Zone" (vgl. Abb. 14). Die "Barren Zone" ist charakterisiert durch ihre schütterere und spärliche Vegetationsbedeckung. Am Aufbau der Pflanzengemeinschaften sind nach SUMMERHAYES & ELTON (op.cit.) etwa 30 Gefäßpflanzenarten beteiligt, von denen *Papaver dahlianum*, *Luzula arcuata ssp. confusa* und *Saxifraga oppositifolia* als charakteristische Arten auch die weiteste Verbreitung besitzen. Die "Dryas Zone" wird definiert nach dem dominierenden Vorkommen des Zwergstrauchs *Dryas octopetala*, der stellenweise bereits eine geschlossene Vegetationsdecke ausbildet. Diese Zone besitzt den größten Flächenanteil der bioklimatischen Zonen an den eisfreien Gebieten Spitzbergens. Im Bereich des Storfjordens an der Ostküste Spitzbergens, wo *Dryas octopetala* bis auf wenige Stellen fehlt, wird ergänzend das Auftreten des Wollgrases *Eriophorum scheuchzeri* als Indikator dieser Zone angesehen.



**Abb. 12: Florenreiche Gebiete Spitzbergens nach NATHORST (1883).**

Die geschlossene Linie umfaßt einen Bereich, in dem 93 % der Sippen vorkommen, die 1883 bekannt waren. Die gerissene Linie umschließt dagegen ein Gebiet, in dem alle damals bekannten Sippen vorhanden sind.

In Richtung der inneren Fjordbereiche wird die "Dryas Zone" bei zunehmender Kontinentalität durch die "Cassiope Zone" abgelöst, wobei das Auftreten des Zwergstrauchs *Cassiope tetragona* der Abgrenzung gegenüber der küstennäheren "Dryas Zone" dient. Die ökoklimatisch günstigste Zone Spitzbergens, die "Inner Fjord Zone", findet sich im Landesinneren der großen Fjorde, wo mit der zunehmenden Kontinentalität eine geringere Nebelhäufigkeit mit zugleich steigenden Einstrahlungs- und Temperaturwerten verbunden ist. Neben *Cassiope tetragona* treten hier weitere Pflanzenarten mit höheren Wärmeansprüchen auf, zum Beispiel *Empetrum nigrum ssp. hermaphroditum*, *Vaccinium uliginosum ssp. microphyllum*, *Betula nana* und *Rubus chamaemorus*. Sie belegen ein für das Pflanzenwachstum günstigeres Klima.

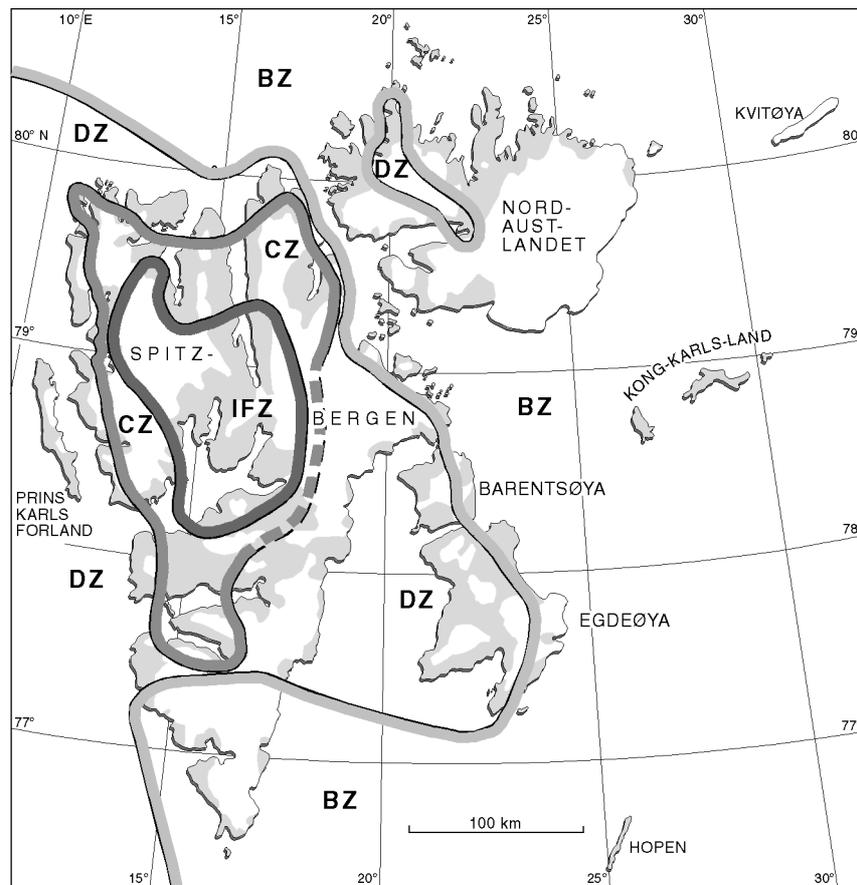


**Abb. 13: Florenreiche Gebiete Spitzbergens nach RØNNING (1963).**

Gemäß der Karte von SUMMERHAYES & ELTON (op.cit) zeichnen sich drei bioklimatische Gradienten innerhalb des Inselarchipels ab: Ein Nord-Süd-Gradient und ein West-Ost-Gradient sowie ein Gradient vom Inland zur Küste. An der Westküste Spitzbergens zeigt sich der Wandel von Nord nach Süd besonders deutlich durch den Übergang von der "Cassiope Zone" im äußersten Nordwesten über die "Dryas Zone" bis zur "Barren Zone" südlich der Storvika. SUMMERHAYES & ELTON (op.cit.) wiesen darauf hin, daß sich die Auswirkungen der klimatischen Gradienten nicht nur auf die Vegetation beschränken, sondern daß sie sich auch in geomorphologischen Prozessen und in der Bodenbildung ausdrücken. Als leicht sichtbarer Ausdruck besitzt die Vegetation jedoch eine Indikatorfunktion für sich signifikant ändernde Lebensraumbedingungen.

Eine Karte der Vegetationsregionen Svalbards und Jan Mayens im Maßstab 1 : 1 000 000 entwickelte BRATTBAKK (1986). Entsprechend der Karte der Vegetationsregionen Norwegens (vgl. DAHL ET AL.

1986) wird darin das Konzept der zonalen Vegetationsgliederung mit dem der Vegetationshöhenstufen vereint, wodurch lokale Gradienten stark betont werden. Auch in dieser Karte werden vier Zonen ausgegliedert, die in zwei Regionen, der "Mid Arctic Region" und der "High Arctic Region", angeordnet sind. Die "Papaver dahlianum zone" der "High Arctic Region" stimmt in groben Zügen mit der "Barren Zone" von SUMMERHAYES & ELTON (1928) überein. Neben ihr kommen in der "High Arctic Region" allerdings zusätzlich Teile der "Salix polaris zone" vor, die mit den ungünstigsten Bereichen der "Dryas Zone" von SUMMERHAYES & ELTON (op.cit) korrespondieren. Der übrige Teil der "Dryas Zone" fällt dagegen in die "Dryas octopetala zone" BRATTBAKKS, die insgesamt der "Mid Arctic Region" angehört. Die "Cassiope tetragona zone" BRATTBAKKS umfaßt letztlich die "Cassiope Zone" und die "Inner Fjord Zone" von SUMMERHAYES & ELTON. Sie bleibt auf Tieflandslagen unter 300 m in der "Mid Arctic Region" beschränkt.



Kartengrundlage: Cappelen's Norge Atlas, Oslo 1965ff. Karte G. 12.1978

umgezeichnet nach Summerhayes & Elton (1928); Kartographie: Ingo Möller 1998

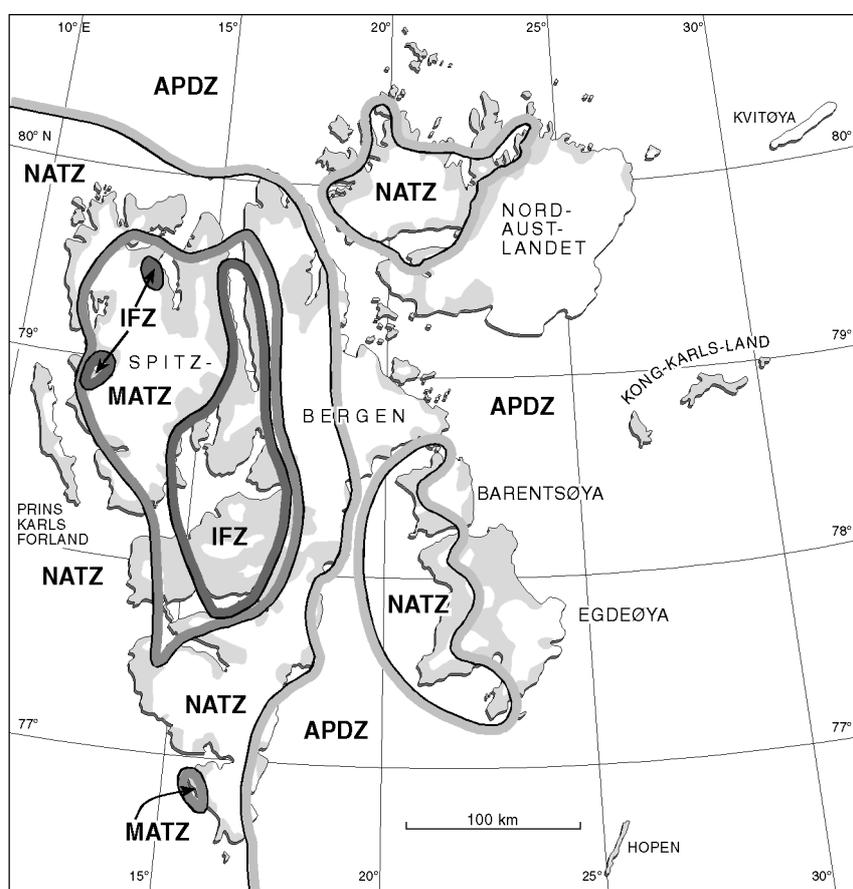
**Abb. 14: Bioklimatische Zonen Svalbards nach SUMMERHAYES & ELTON (1928). Verbindungslinien wurden hinzugefügt.**

**BZ = Barren Zone, DZ = Dryas Zone,  
CZ = Cassiope Zone, IFZ = Inner Fjord Zone.**

In seiner kleinmaßstäbigen Übersichtskarte zur vegetationsgeographischen Gliederung der europäischen Arktis nimmt ELVEBAKK (1985) die Einordnung Svalbards in groben Zügen gemäß der Einteilung von SUMMERHAYES & ELTON (1928) vor. Dabei sind jedoch die Bezeichnungen "Barren Zone" und "Dryas Zone" durch "Arctic Polar Desert Zone" bzw. "Northern Arctic Tundra Zone" ersetzt und die "Cassiope Zone" und die "Inner Fjord Zone" in der "Middle Arctic Tundra Zone" vereint (vgl. Kap. 4.2).

Für die Tieflandslagen von 163 subjektiv definierten Florengeländen Svalbards berechnet ELVEBAKK (1989) Thermophilitätsindizes, in die die zuvor nach ihren Wärmeansprüchen kategorisierten Gefäßpflanzenarten eingehen. Die auf diesem Wege erhaltenen Indexwerte für die Florengelände erlauben es, eine Vegetationskarte Svalbards zu erstellen, in der bis dahin angenommene Zonen-grenzen in vielen Bereichen revidiert werden konnten. Außerdem war es möglich mit der "Inner Fjord Zone" in Spitzbergen eine Subzone innerhalb der "Middle Arctic Tundra Zone" auszugliedern, die die für den Pflanzenwuchs günstigsten Bereiche umfaßt (vgl. Abb. 15).

In mehrfacher Hinsicht folgen MÖLLER & THANNHEISER in THANNHEISER (1996) mit ihrer Vegetationskarte Svalbards derjenigen ELVEBAKKS (1989), allerdings ohne die floristisch definierten Thermophilitätsindizes ELVEBAKKS zu berücksichtigen. Auch in der revidierten Fassung dieser Karte (in MÖLLER, THANNHEISER & WÜTHRICH 1998) werden die Bezeichnungen der ausgegliederten Zonen weitestgehend übernommen (vgl. Abb. 16).



Kartengrundlage: Cappelens Norge Atlas, Oslo 1965ff. Karte G. 12.1978

umgezeichnet nach Elvebakk (1985),  
Kartographie: Ingo Möller 1998.

**Abb. 15: Vegetationsgeographische Gliederung Svalbards nach ELVEBAKK (1989).**

**APDZ = Arctic Polar Desert Zone, NATZ = Northern Arctic Tundra Zone,  
MATZ = Middle Arctic Tundra Zone, IFZ = Inner Fjord Zone.**

Abweichungen bezüglich der Bezeichnungen ergeben sich nur durch die Übersetzung aus dem Englischen. Die "Arctic Polar Desert Zone" wird mit "Arktische Polarwüsten-Zone" übersetzt, die "Northern Arctic Tundra Zone" mit "Nördliche Arktische Tundren-Zone" und die "Middle Arctic Tundra Zone" mit "Mittlere Arktische Tundren-Zone". Die "Inner Fjord Zone" wird allerdings in "Innere Arktische Fjord-Zone" umbenannt, damit das Schema der Benennung einheitlich bleibt und

die Bezeichnung dieses Gunstraums innerhalb der Mittleren Arktischen Tundrenzone auch großräumig auf andere Regionen außerhalb Svalbards übertragbar wird.

Den dominierenden Standortmerkmalen folgend wurden die Pflanzengemeinschaften der Tieflandslagen bis zu einer Höhe von 200/300 m in mehrere Vegetationstypen geordnet. Bei Vegetationstypen handelt es sich um Phytozonösegruppierungen von bedingt homogener Struktur und beinahe einheitlicher Synökologie. Da die Einteilung nach dem äußeren Habitus zugleich eine Gruppierung nach mehr oder weniger soziologisch verwandten Vegetationseinheiten ist (vgl. THANNHEISER 1992), bilden sie ein integratives Gliederungskriterium, das durch dominierende Pflanzengemeinschaften ergänzt wurde. Zur Abgrenzung der Vegetationszonen wurden die eigenen pflanzensoziologischen Aufnahmen, die in diesem Kontext relevante Literatur und das umfangreiche Farbinfrarot-Luftbildmaterial des Norsk Polarinstitutt ausgewertet. Im folgenden werden die Vegetationszonen Svalbards nur kurz vorgestellt, da die für die Gliederung der Arktis gemachten Aussagen (vgl. Kap. 4.2) selbstredend auch für Svalbard gelten.

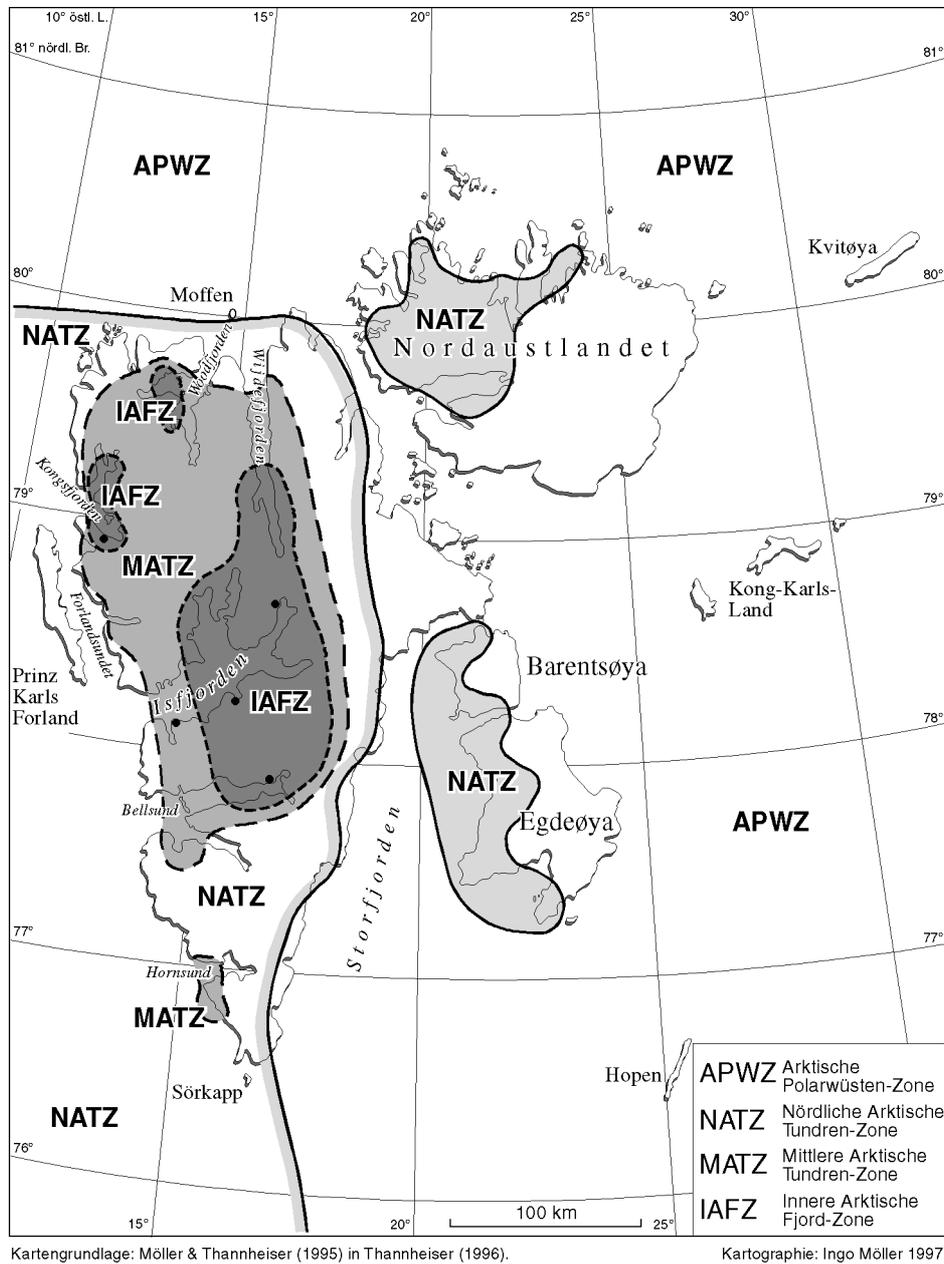
Die **Arktische Polarwüsten-Zone** umfaßt den Ostküstenbereich Spitzbergens, die Küstenbereiche und den Ostteil des Nordaustlandets, die östlichen Bereiche der Edge- und Barentsøya sowie die kleineren Inseln Hopen, Kong-Karls-Land und Kvitøya. Insbesondere die fehlende Sommerwärme (Einfluß des Ostspitzbergenstroms, häufige Nebel) bedingt eine geringe Pflanzenartendiversität. Die aus den wenigen Gefäßpflanzenarten aufgebauten Pflanzengesellschaften sind meist nur fragmentarisch entwickelt und bilden - wie in Kapitel 4.2 beschrieben - eine sehr schütterere und lückige Vegetationsdecke, in der den Kryptogamen eine große Bedeutung zu kommt. Die Abgrenzung der Arktischen Polarwüsten-Zone gegenüber der Nördlichen Arktischen Tundren-Zone entspricht der Grenzziehung ELVEBAKKS (1989).

Die **Nördliche Arktische Tundren-Zone** löst in Ostspitzbergen die Arktische Polarwüsten-Zone landeinwärts ab und zieht sich um die Nordküste herum bis an die Westküste. Dort nimmt sie - mit Ausnahme des Ausgangs des Hornsunds - die küstennahesten Bereiche ein und dehnt sich in Südspitzbergen über die größte Landesfläche aus. Darüber hinaus gehören die westlichen Bereiche der Edge- und der Barentsøya sowie die inneren Küstenabschnitte und landwärtigen Bereiche Nordwest-Nordaustlandets dieser Zone an. Die Vegetationsbedeckung variiert zwischen 10 und 25 %, wobei auch die durchschnittliche Wuchshöhe und der Entwicklungsstand der Vegetation größer ist als in Arktischen Polarwüsten-Zone. Charakteristisch sind Pflanzengesellschaften der Vegetationstypen Schneeboden- und Fleckentundravegetation. Als kennzeichnende, dominierende Einzelarten können u.a. *Salix polaris* und *Phippisia algida* für die Schneebodenvegetation und *Luzula arcuata* ssp. *confusa* für die Fleckentundra herausgestellt werden.

Die Nördliche Arktische Tundren-Zone geht auf Spitzbergen entlang der zunehmenden Kontinentalität in Richtung der Fjordinneren in die **Mittlere Arktische Tundren-Zone** über. Die Exklave am Ausgang des Hornsunds läßt sich zudem durch die Exposition und durch vegetationshistorische Gründe (Überwinterungshypothese) erklären. Der Vegetationstyp der Zwergstrauchheiden wird zum charakteristischen Element, wobei *Dryas octopetala*- und, an begünstigten Standorten, *Dryas octopetala-Cassiope tetragona*-Gesellschaften bereits dichte Bestände ausbilden können. Im allgemeinen beträgt die Vegetationsbedeckung 25 - 50 %, kann aber insbesondere bei ozeanischem Einfluß durch die Ausbreitung von Moosen auf über 75 % ansteigen.

Als Subzone der Mittleren Arktischen Tundren-Zone kennzeichnet die **Innere Arktische Fjord-Zone** die für den Pflanzenwuchs günstigste Zone Svalbards. In dieser Subzone kommen mehr als 75 % aller Pflanzenarten Svalbards vor. Die Zwergstrauchheiden bleiben der charakteristische Vegetationstyp. Neben Pflanzengesellschaften von *Dryas octopetala* und *Cassiope tetragona* treten u.a. Gesellschaften

von *Empetrum nigrum ssp. hermaphroditum* und, jedoch seltener, *Vaccinium uliginosum ssp. microphyllum*. Als Pflanzenarten mit einem größeren Wärmeanspruch weisen sie bereits auf eine größere Sommerwärme in den kontinentalen Innerfjordbereichen hin (keine Seenebel, nur selten niedrige Wolken), was durch die klimatischen Werte bestätigt wird (vgl. Tab. 3).



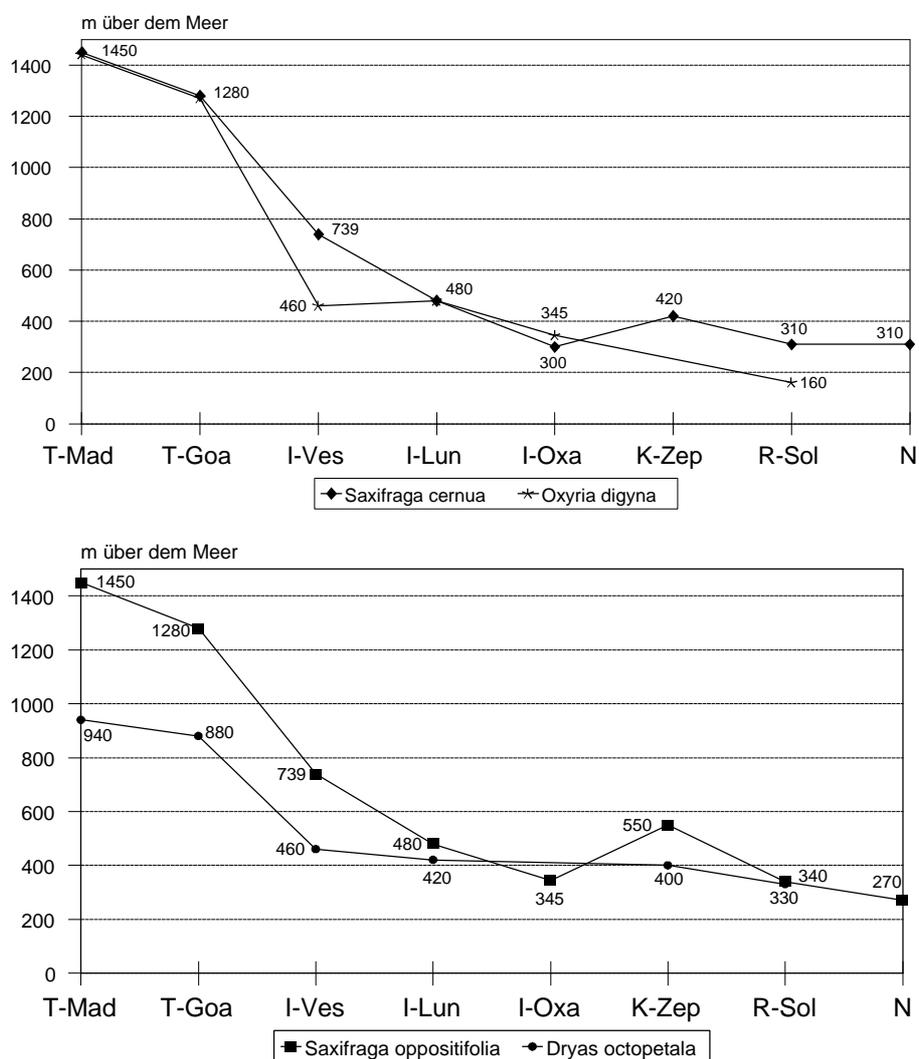
**Abb. 16: Vegetationszonen Svalbards ohne Bjørnøya nach MÖLLER & THANNHEISER (in MÖLLER, THANNHEISER & WÜTHRICH 1998).**

#### 5.4.1.2 Höhenstufen der Vegetation

Eine vollständige Abfolge der Höhenstufen ist gemäß der vegetationsgeographischen Gliederung BRATTBAKKS (1986, s.o.) nur in den günstigsten Bereichen seiner "Mid Arctic Region" vorzufinden. In schematisierter Sicht folgt dort auf die "Cassiope tetragona zone" bzw. den "oro-Cassiope tetragona belt" ab 300 m über dem Meer die "Dryas octopetala zone" bzw. der "oro-Dryas octopetala belt". Ab

600 m wird dieser von der "Salix polaris zone" bzw. dem "oro-Salix polaris belt" abgelöst, der seinerseits ab 900 m in die "Papaver dahlianum zone" bzw. den "oro-Papaver dahlianum belt" übergeht. BRATTBAKK (op.cit.) geht somit davon aus, daß sich die Vegetationszonen in ähnlicher Weise auch in der Höhenstufung der Vegetation ausdrücken. In Richtung der ungünstigsten Bereiche der "High Arctic Region" verschieben sich die Höhenstufen dann auch soweit, daß selbst die Tieflandslagen unter 300 m über dem Meer nur noch von dem "oro-Papaver dahlianum belt" eingenommen werden.

Um die Höhenstufen der Vegetation umfassend darzustellen, liegen bisher noch zu wenige Informationen aus zu wenigen Gebieten Svalbards vor. Auf Grundlage von Untersuchungen, die ihren Schwerpunkt im inneren Isfjorden hatten, und unter Einbeziehung bis dahin erschienener Arbeiten zeichnen RØNNING (1959) und SUNDING (1962) für einzelne Pflanzenarten Höhengrenzen der Verbreitung nach. Nach Daten aus diesen beiden Arbeiten sind in Abb. 17 für vier Pflanzenarten die absoluten Höhengrenzen entlang eines Süd-Nord-Gradienten von Norwegen nach Svalbard dargestellt.



**Abb. 17: Höhengrenzen ausgewählter Pflanzenarten entlang eines Süd-Nord-Gradienten von Norwegen nach Svalbard (x-Achse unmaßstäblich, Daten nach RØNNING 1959 und SUNDING 1962).**

Troms: T-Mad = Maddanipa, T-Goa = Goalsevarre;

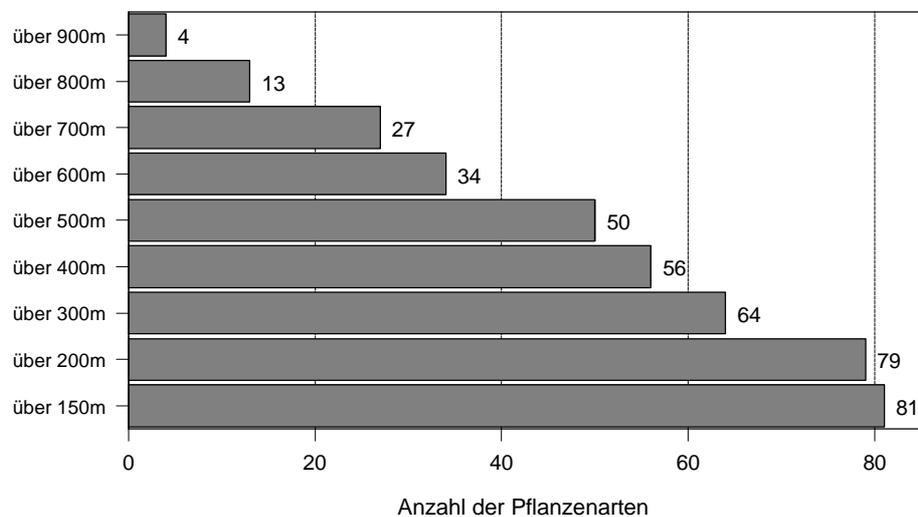
Spitzbergen: I-Ves = Vesuv (Colesbukta), I-Lun = Lundblohmfjellet (Ekmanfj.),

I-Oxa = Oxaasfjellet (Dicksonfj.); K-Zep = Zeppelinfjellet (Brøggerhalvøya);

R-Sol = Solanderfjellet (Raudfj.);

Nordauslandet = N.

Durch die Ermittlung der höchsten Wuchsorte von 81 Gefäßpflanzensippen, die über 150 m über dem Meer angetroffen werden können, erhält man nach SUNDING (1962) das in Abb. 18 umgesetzte Bild. Es zeigt einerseits die zu erwartende Abnahme der Diversität mit zunehmender Höhe. Andererseits wird aber auch deutlich, daß diese Abnahme nicht kontinuierlich verläuft, sondern daß zwischen 200 m und 300 m, zwischen 500 und 600 m sowie zwischen 700 und über 800 m eine größere Abnahme der Pflanzenartenzahl vorhanden ist als zwischen den sonstigen Übergängen. In den höchsten Lagen über 900 m können noch *Papaver dahlianum*, *Saxifraga oppositifolia*, *S. cernua* und *Phippsia algida* auftreten. Ihnen am nächsten kommen neun weitere Arten, die zwischen 900 und 800 m über dem Meer ihre höchsten Vorkommen haben: *Stellaria crassipes*, *Cardamine bellidifolia*, *Draba subcapitata*, *D. oblongata*, *Saxifraga rivularis*, *Ranunculus sulphureus*, *Cerastium alpinum*, *Poa alpina* var. *vivipara* und *Luzula arctica*. Bei der Betrachtung der absoluten Höhengrenzen dieser Pflanzenarten sollte jedoch beachtet werden, daß diese in den genannten Höhen keine größeren Bestände mehr ausbilden, sondern meist als Einzelvorkommen in den kryptogamenbestimmten Pflanzengemeinschaften von Blockschutthalden der Frostschuttzone auftreten.



**Abb. 18: Abnahme der Gefäßpflanzenarten mit zunehmender Höhe über dem Meer auf Spitzbergen**  
(Daten nach SUNDING 1962, ermittelt nach absoluten Höhengrenzen der Arten).

Nach pflanzensoziologischen Untersuchungen auf der Germaniahavøya südlich des Liefdefjorden präsentiert THANNHEISER (1992) ein idealisiertes Blockprofil zur Anordnung von Vegetationstypen (vgl. Abb. 19). Obwohl die Schneebodenvegetation aufgrund der lokalen Verhältnisse (nord-exponierter Hang) etwas gegenüber den übrigen Vegetationstypen hervortritt, kann das Schema der Vegetationsanordnung durchaus als typisch für die Höhenstufung von Vegetationstypen in der Mittleren Arktischen Tundren-Zone Spitzbergens angesehen werden. Zwischen dem Meeresniveau und etwa 200, manchmal auch 300 m über dem Meer findet sich eine zusammenhängende, stellenweise recht dichte Pflanzendecke, die nur durch Schwemmfächer und Schuttkegel unterbrochen wird. Selbst zur oberen Grenze hin sind vielfach noch 50 % der Oberfläche vegetationsbedeckt. Den standortökologischen Eigenschaften entsprechend stellt sich ein Vegetationsmosaik ein, in dem alle Vegetationstypen miteinander verzahnt vorkommen. Die Vegetationstypen Zwergstrauchheide und Schneebodenvegetation haben die weiteste Ausbreitung. Ab 200 bzw. 300 m über dem Meer wird die Vegetationsbedeckung deutlich geringer. Ab dieser Höhe erlangt der Vegetationstyp der Fleckentundra flächenmäßig eine große Bedeutung; zunächst im Verbund mit der Schneebodenvegetation, mit zunehmender Höhe allein.



**Abb. 19: Idealisiertes Blockprofil zur Anordnung von Vegetationstypen an der Nordseite der Germaniahalfvøya, südlich des Liefdefjorden (aus THANNHEISER 1992, verändert).**

## 6. Die Pflanzengesellschaften Nordwestspitzbergens: Ergebnisse und Diskussion

Die Darstellung der grundlegenden Vegetationseinheiten erfolgt gemäß den Hauptzielen dieser Arbeit; der Erfassung, Gliederung und Charakterisierung der Pflanzengesellschaften Nordwestspitzbergens und ihrer ökologischen Bedingungen. Dabei werden für die einzelnen Pflanzengemeinschaften die Aspekte Physiographie und Physiognomie, Synökologie und Syndynamik sowie Synsystematik und Synchorologie mit jeweils unterschiedlicher Gewichtung behandelt. Für die Darstellung der Vegetation Nordwestspitzbergens wurden die Pflanzengesellschaften als die Grundbausteine der Vegetationsgliederung zunächst verschiedenen Vegetationstypen zugeordnet, innerhalb der sie dann detailliert erläutert werden. Folgende Vegetationstypen werden nachstehend behandelt:

- Gesellschaften der Meeresküste,
- Wasser- und Moorvegetation,
- Naßstellenvegetation,
- Gesellschaften der Fleckentundra,
- Schneebodenvegetation,
- Zwergstrauchheiden und
- Vegetation der Vogelrastplätze und Vogelfelsen.

### 6.1 Gesellschaften der Meeresküste: Salzrasen und Küstendünen

Die arktischen Meeresstrände sind durch floristisch arme Pflanzengesellschaften gekennzeichnet, da sich überwiegend durch die klimatische Ungunst mit zunehmender geographischer Breite keine reichhaltige Pflanzenwelt entwickeln kann. Die reichhaltigeren Küstengesellschaften der temperat-hemiborealen Zone klingen nämlich im Übergang zu den nordboreal-arktischen Küstengesellschaften aus, treten nur noch in verarmten, gering entwickelten Ausbildungen auf oder werden durch spezifisch arktische Gesellschaften ersetzt. Die letzteren sind vor allem aus Sippen aufgebaut, die ihr ausschließliches Verbreitungsgebiet oder zumindest ihren Verbreitungsschwerpunkt in der Arktis besitzen (*Puccinellia phryganodes ssp. vilfoidea*, *Carex subspathacea*, *Carex ursina* und *Mertensia maritima*).

#### 6.1.1 Salzrasen

Die Gesellschaften der arktischen Salzrasen sind Dauergesellschaften, die sich in Nordwestspitzbergen insbesondere durch die Einwirkungen des meereseitigen Salzwassers und des landseitigen Süßwassers in meist schmalen, reliefgebundenen, strandparallelen Zonen anordnen und sich idealtypisch gürtelförmig vom Meeresufer auf ein immer höheres Strandniveau anlehnen. Der dominierende, aber sicherlich nicht der alleinige Faktor für die Differenzierung und Anordnung der Pflanzengesellschaften ist die strandaufwärts abnehmende Überflutungshäufigkeit und -dauer durch das Salzwasser des Meeres.

Wie überall auf der Erde finden sich in Nordwestspitzbergen Habitate für Salzrasen nur an Flachküsten mit feinkörnigem Substrat. Sie kommen vor allem an den Enden flach auslaufender Fjorde, an den Rändern von bis in die Fjorde reichender Schwemmfächer, an Nehrungs- und Ausgleichsküsten sowie in Bereichen, in denen Gletscher bis ins Meer reichende Sander aufgebaut haben, vor. Auf grobkörnigen Sand- und Kiesstränden können sich nur selten schütterere Vegetationsbestände entwickeln.

Innerhalb dieser potentiellen Standorte können sich Salzrasen zudem nur dort etablieren, wo sie vor den starken mechanischen Belastungen im Zuge des winterlichen Meereisganges (Eisschub) geschützt sind. Insofern sind sie meist in Buchten, Lagunen oder hinter Strandwällen anzutreffen. Hinzu kommen langgezogene, große Schwemmfächer wie z.B. der Mimerelva bei Pyramiden, wo sich Gezeiten und Wellen auslaufen können und der winterliche Eisschub auf den äußersten fjordseitigen Bereich beschränkt ist.

Durch den Einfluß des Eisganges werden die Strände derart stark beeinträchtigt, daß nur in höheren oder weiter vom Mittleren Tidehochwasser (MTHW) entfernten Lagen eine Pflanzendecke entstehen kann. Großflächige Bestände sind dabei selten, und viele Flachküstensäume bleiben sogar vegetationsfrei. Im Bereich des Freemansundet konnte HOFMANN (1969) aus diesem Grunde Salzrasen erst ab 5 m über MTHW feststellen. THANNHEISER (1975) nennt als untere Grenze der Salzrasen in der westlichen kanadischen Arktis 2 - 3 m über MTHW. Auf Nordwestspitzbergen kann überblicksartig von etwas weniger als 2 m über MTHW als Untergrenze der Salzrasen ausgegangen werden. Doch gerade in den Bereichen der angesprochenen flachen Fjordenden und der langgezogenen, großen Schwemmfächer finden sich auch großflächige Bestände, die bis an das MTHW heranreichen. Die Höhe der meerwärtigen Begrenzung ist also sehr von den lokalen Geländegegebenheiten des Strandes abhängig. Die Salzrasen Nordwestspitzbergens werden jedoch nicht mehr vom MTHW überflutet, weshalb sie innerhalb der Küstenzonierung ein Element des Geolitorals bilden.

Durch den großen Einfluß von Schmelzwasser wird der für Halophytengemeinschaften geeignete Lebensraum in Nordwestspitzbergen landseitig sehr stark eingeengt. Deshalb entsteht die landwärtige obere Ausbreitungsgrenze der Salzrasen aus der interspezifischen Konkurrenzsituation gegenüber der landeinwärts reichhaltigeren Flora, während die meerseitige Untergrenze das Streßvermögen der Sippen gegenüber Überflutungen und permanent hohen Salzgehalten in der Bodenlösung widerspiegelt (DIERSSEN 1996: 423). Von den halophilen Sippen ist *Puccinellia phryganodes ssp. vilfoidea* am weitesten verbreitet.

Bei zunehmend geschlossener Pflanzendecke akkumulieren sich durch Überflutungen eingetragene Sedimente. Zusammen mit abgelagerten organischen Substanzen bewirken sie eine Aufhöhung der Salzrasen bei zugleich fortschreitender Bodenentwicklung. Allerdings bleibt die Ablagerung organischen Detrituses gering, weil die mengenmäßig wichtigsten Lieferanten wie etwa *Zostera*-Arten aus dem Sub- und Hydrolitoral in der Arktis fehlen (vgl. THANNHEISER 1975).

Die meist tonigen, schluffigen oder schluffig-sandigen Böden der Salzrasen sind häufig wassergesättigt und haben einen geringen Anteil an Mittel- und Grobporen. Eine negative Beeinflussung des Wärmehaushaltes und eine Sauerstoffarmut sind die Folge. Da durch den hohen Bodenwassergehalt zudem das Redoxpotential der Böden herabgesetzt ist, werden in der Bodenlösung neben den Salzionen aus dem Meerwasser auch Eisen-, Mangan- und Sulfidionen in großen Mengen verfügbar und damit pflanzenschädlich. Vor allem Keimlinge und Jungpflanzen reagieren sehr empfindlich auf sehr hohe Salzgehalte in der Bodenlösung. In offenen Beständen wirken sie sogar limitierend auf die Keimung, während in geschlossenen Beständen ungünstige Lichtverhältnisse den Erfolg von Keimlingen begrenzen (SHUMWAY 1992).

#### **6.1.1.1 Puccinellietum phryganodis Hadač 1946**

Die sehr artenarme Assoziation ist die häufigste Salzrasengesellschaft Nordwestspitzbergens. Sie existiert auf dem tiefsten meerwärtigen Strandniveau des Geolitorals und kann als Pioniergesellschaft bezeichnet werden. Wie bereits erwähnt, reichen die Standorte der Assoziation bis an das MTHW

heran, werden aber nicht mehr vom MTHW überflutet. Dennoch sind sie dem Einfluß des Meerwassers bei starken oder extremen Hochwasserereignissen (z.B. durch auflandige Winde oder Sturmfluten) ausgesetzt. Direkte mechanische Belastungen durch Eisdruck und Wellenschlag wirken im Normalfall selten auf die Pflanzengemeinschaft ein. Typische Standorte finden sich hinter Strandwällen und an sehr flachen Stränden weit landeinwärts. Darüber hinaus kommt die Assoziation auch an Strandseen in höheren Bereichen des Geolitorals vor, in die nur episodisch Salzwasser eindringt. Selbst deutlich über dem MTHW, nämlich in der Spritzwasserzone des Epilitorals, können Bestände der Assoziation noch angetroffen werden (vgl. THANNHEISER & HOFMANN 1977).

Die Charakterart der Assoziation, *Puccinellia phryganodes ssp. vilfoidea*, bildet zusammen mit gut entwickelten Individuen von *Stellaria humifusa* den Kern dieser Pflanzengesellschaft, selbst wenn sehr oft reine, einartige *Puccinellia phryganodes ssp. vilfoidea*-Bestände zu finden sind und diese Art auch die einzig konstante Art der Gesellschaft ist (s. Tab. 5). Beide Arten besitzen eine ausgesprochen arktische Verbreitung. Blütenknospen konnten nur äußerst selten und lediglich bei *Stellaria humifusa* beobachtet werden. Dementsprechend handelt es sich zumeist um rein sterile Bestände mit einer niedrigen, kriechenden Wuchsform, in denen *Puccinellia phryganodes ssp. vilfoidea* stets dominierend ist. Während des größten Teils der Vegetationszeit zeigen die Bestände eine markante graue bis rötlich-braune Farbe, die im Spätsommer zu einem ebenso signifikanten leuchtend-gelb bis orange wechselt.

**Tab. 5: Puccinellietum phryganodis Hadač 1946.**

- 1: Subassoziation von *Bryum salinum*,  
 2a: Typische Subassoziation, Initiale Variante,  
 2b: Typische Subassoziation, Variante von *Drepanocladus uncinatus*,  
 2c: Typische Subassoziation, Typische Variante.

Nummer der Gesellschaft	1				2a				2b				2c					
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	13	14	15	16	17	18	19
Laufende Nummer	1	90	32	206	706	231	848	399	852	703	232	581	205	229	228	2	838	722
Interne Nummer	4	4	2	10	10	10	4	1	4	4	4	10	4	4	4	4	2	2
Fläche (m <sup>2</sup> )	30	30	55	80	45	60	60	85	40	45	40	40	45	60	25	20	80	80
Bedeckung (%)	2	2	2	2	1	1	1	1	4	4	4	3	3	3	4	4	4	5
Artenzahl	3	3	4	5	3	4	4	5	2	3	3	3	3	4	2	2	5	5
<i>Puccinellia phryganodes ssp. vilfoidea</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	2	1	.	.	1	1	1	+	3	2
<i>Stellaria humifusa</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2	+	1	+	+	1
<i>Cochlearia groenlandica</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	1	.	.	.	.	.	.	.
<i>Carex ursina</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.
<i>Carex subspathacea</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Phippsia algida</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.
<i>Bryum salinum</i>	2	2	2	2	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	+	1	1
<i>Drepanocladus uncinatus</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	2	2	2	2	.	.	.	.	.	.
<i>Bryum wrightii</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	.	.	.	.	.	.	.
<i>Campyllum stellatum</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1

Lokalitäten: 1-2: Kvikkåa (Liefdefj.); 90: Lagune östl. Erikbreen (Liefdefj.); 32 u. 399: Lernerøyane (Liefdefj.); 205-206: Lagune Store Måkeøy (Woodfj.); 228-229: Kapp Kjeldsen (Bockfj.); 231-232: Lagune Kapp Kjeldsen (Bockfj.); 703 u. 838: Ny Ålesund (Kongsfj.); 848 u. 852: Gåsebu (Kongsfj.); 706 u. 722: Blomstrandhalvøya (Kongsfj.); 581: Petuniabukta (Billefj.).

Die Vegetationsbedeckung schwankt in weiten Grenzen; in den eigenen Aufnahmen zwischen 20 und 85 %, mit 54 % im Mittel. Die dem Meer am nächsten gelegenen, am häufigsten und am längsten überfluteten Bereiche werden oft von einer Initialausbildung eingenommen, in der *Puccinellia phryganodes ssp. vilfoidea* sehr kleinwüchsig in losen Gruppen vorkommt. Demgegenüber können auch fast geschlossene Rasen ausgebildet werden, in denen eine große Individuenzahl mit zahlreichen, kriechenden Trieben eine eng verwobene Pflanzendecke ausbildet. Wie bereits die Sterilität der Bestände andeutet, vermehren sich die Pflanzen darin vegetativ.

Das **Puccinellietum phryganodis** ist nahezu gebunden an lehmige oder schluffig-tonige Böden, die eine hohe Wassersättigung aufweisen. An Stellen mit einem größeren Sandanteil bleibt *Puccinellia phryganodes* ssp. *vilfoidea* als einzige Art der Gesellschaft vorhanden. Die Böden trocknen im Sommer oberflächlich nur wenig aus, weshalb auch kaum Salzausblühungen als Kennzeichen eines ausgeprägten ascendierenden Bodenwasserstroms zu beobachten sind.

Die Bestände der Assoziation zeigen eine sehr geringe Produktion. Die Phytomasse der einartigen Bestände aus dem Bock-, Kongs- und Liefdefjorden (laufende Nr. 6, 7 und 8 in Tab. 5) beträgt im Mittel nur 74,8 g m<sup>-2</sup>. Davon entfallen rund zwei Drittel auf die oberirdische Phytomasse (50,7 g m<sup>-2</sup>) und ein Drittel auf die unterirdische Phytomasse (24,2 g m<sup>-2</sup>). Der ermittelte Bestandsvorrat liegt damit weit unter den von BRATTBAKK (1979 und 1985h) gemessenen Werten der oberirdischen Phytomasse der Gesellschaft auf der Brøggerhalvøya, die mit 111 g m<sup>-2</sup> bzw. 143 g m<sup>-2</sup> im Mittel angegeben sind. Die jährliche Nettoprimärproduktion beträgt nach den Berechnungen BRATTBAKKS (1979) im Durchschnitt 49 g m<sup>-2</sup>.

Die Assoziation besitzt eine zirkumpolare arktisch-nordboreale Verbreitung. Sie ersetzt in ihrem Verbreitungsgebiet das südlichere, temperat-mittelboreale **Puccinellietum maritimae** (Warming 1906) Christiansen 1927. In Skandinavien ist das **Puccinellietum phryganodis** noch in der Finnmark (KALELA 1939 und THANNHEISER 1974) und mit einem reliktschen Vorkommen am nördlichen Bottnischen Meerbusen zu finden (SIIRA & HAAPALA 1969). Innerhalb der Arktis ist die Assoziation aus der westlichen und östlichen kanadischen Arktis (THANNHEISER & WILLERS 1988 bzw. POLUNIN 1948), von Grönland (MOLENAAR 1974 und FREDSKILD 1998) und von Svalbard (HOFMANN 1969 und THANNHEISER & HOFMANN 1977) belegt. Bekannte Synonyme, unter denen die Assoziation auch beschrieben wurde, sind: *Puccinellia phryganodes*-Wiese Kalela 1939, *Puccinellietum phryganodis* Nordh. 1954, *Puccinellietum phryganodis* Hadač 1946 emend. Hofmann 1969 pro parte, *Triglochino-Puccinellietum phryganodis* Hofmann 1969, *Puccinellietum phryganodis arcticum* Thannh. 1974.

Für Spitzbergen haben THANNHEISER & HOFMANN (1977) die Assoziation bereits in Subassoziationen untergliedert, in die sich die eigenen Aufnahmen (Tab. 5) zwanglos einfügen lassen<sup>32</sup>. Innerhalb der **Typischen Subassoziation** kennzeichnet die **Variante von Drepanocladus uncinatus** Bereiche die zeitweilig von Wasser überdeckt sind, während die **Initiale Variante** dem MTHW am nächsten ist und auf Substraten mit einem höheren Sandanteil vorkommt. Die **Subassoziation von Bryum salinum** besiedelt demgegenüber Standorte, die etwas reicher an Feinmaterial, weiter vom MTHW entfernt und leicht in die Umgebung eingetieft sind.

#### 6.1.1.2 **Caricetum subspathaceae Hadač 1946**

Die Assoziation schließt idealtypischerweise im stärker aufsedimentierten und damit bereits etwas erhöhtem Strandbereich landeinwärts an das zuvor beschriebene **Puccinellietum phryganodis** an. Häufig sind die Übergänge zwischen diesen beiden Assoziationen jedoch fließend. An charakteristischen Standorten wie Lagunenrändern oder Bachmündungen mit kleinen Vertiefungen gegenüber der Umgebung beeinflusst von der Landseite kommendes Süßwasser die Standorte bereits merklich; zumeist geht der Einfluß des dann brackigen Wassers über den des Salzwassers hinaus. An solchen Standorten können Flächen mit sehr dicht wachsendem *Carex subspathacea* entstehen, wobei die Pflanzendecke durch die verflochtenen Ausläufer von *C. subspathacea* stark verfilzt sind. Im Übergang zu einem noch höheren Niveau des Geolitorals wird das **Caricetum subspathaceae** vom

<sup>32</sup> HOFMANN (1969) faßte das **Puccinellietum phryganodis** für den Bereich des Freemansundet zunächst weiter, indem er der Assoziation auch das **Caricetum ursinae** beifügte.

**Caricetum ursinae** (Kap. 6.1.3) abgelöst, so daß die Assoziation meist als schmale Kontaktgesellschaft zwischen letzterem und dem **Puccinellietum phryganodis** steht.

Die Charakterart der Assoziation ist *Carex subspathacea*. Neben ihr ist *Bryum salinum* die einzige konstante Art. Schwach konstant ist darüber hinaus *Cochlearia groenlandica*, während die Stetigkeit von *Puccinellia phryganodes* ssp. *vilfoidea* bereits zurückgeht. Innerhalb des **Caricetum subspathaceae** können ebenfalls initiale Ausbildungsformen mit lockeren, offenen Beständen und gut entwickelte, dichte Rasen unterschieden werden. Die Vegetationsbedeckung schwankt deshalb zwischen 35 und 90 %, mit 63 % im Mittel (s. Tab. 6).

Die Böden der Assoziation bestehen aus schluffigen oder sandig-schluffigen Substraten und sind während der gesamten Vegetationsperiode durchfeuchtet. Allerdings unterliegt der Bodenwassergehalt wie auch der Salzgehalt der Bodenlösung größeren witterungsabhängigen Schwankungen, da die Standorte seltener überflutet werden als die des **Puccinellietum phryganodis**. Aufgrund des Einflusses von salzfreiem Infiltrationswasser sind die Standorte des **Caricetum subspathaceae** als wechselhalin bis brackisch zu bezeichnen. Die Gesellschaft ist stets empfindlich gegenüber Wellenschlag (THANNHEISER 1974).

Tab. 6: **Caricetum subspathaceae** Hadač 1946.

Laufende Nummer	1	2	3	4	5	6	7
Interne Nummer	582	264	235	583	544	207	208
Fläche (m <sup>2</sup> )	10	4	1	10	4	4	1
Bedeckung (%)	35	80	35	45	70	85	90
Artenzahl	2	2	3	4	8	9	9
<i>Carex subspathacea</i>	3	5	3	3	4	4	4
<i>Cochlearia groenlandica</i>	.	.	1	1	1	2	2
<i>Puccinellia phryganodes</i> ssp. <i>vilfoidea</i>	.	.	.	1	1	1	1
<i>Stellaria humifusa</i>	.	.	.	.	2	2	2
<i>Sagina nivalis</i>	.	.	.	.	.	.	+
<i>Bryum salinum</i>	+	1	+	2	+	1	.
<i>Drepanocladus uncinatus</i>	.	.	.	.	+	1	1
<i>Bryum spec.</i>	.	.	.	.	+	+	+
<i>Distichium capillaceum</i>	.	.	.	.	+	+	+
<i>Bryum pseudotriquetrum</i>	.	.	.	.	.	2	2

Lokalitäten: 582-583: Petuniabukta (Billefj.); 264: Küste Trollkjeldene (Bockfj.); 207-208: Lagune Store Måkeøy (Woodfj.); 235: Måkeøyane (Woodfj.).

Die Bestände der Assoziation besitzen zwar eine etwas größere Bestandsmasse als die des **Puccinellietum phryganodis**, bleiben aber auf einem sehr geringen Niveau. BRATTBÄKK (1979 und 1985h) beziffert die durchschnittliche oberirdische Phytomasse von Beständen der Brøggerhalvøya auf 191 g m<sup>-2</sup> bzw. 101 g m<sup>-2</sup>. Die jährliche Nettoprimärproduktion wird mit 70 g m<sup>-2</sup> angegeben (BRATTBÄKK 1979).

Das **Caricetum subspathaceae** hat eine zirkumpolare Verbreitung (MOLENAAR 1974). Die Charakterart *Carex subspathacea* ist dabei nicht auf die arktischen Küsten beschränkt, sondern kommt auch noch in Salzmarschen der temperat-nemoralen Zone vor (THANNHEISER 1975). In etwas abweichenden geographischen Ausbildungen findet sich die Gesellschaft in Skandinavien südlich bis zum Trondheimfjord (vgl. KALELA 1939 und NORDHAGEN 1954). THANNHEISER (1975) beschreibt sie innerhalb der nordnorwegischen Küste und für Island allerdings als eigenständige Assoziation des **Agrosti-Caricetum subspathaceae** prov. und SASSE (1985) innerhalb der mittelnorwegischen Küste als **Puccinellio maritimae-Caricetum subspathaceae**. In Nordwestspitzbergen hat das **Caricetum**

**subspathaceae** eine geringere Verbreitung als das **Puccinellietum phryganodis**. Im Freemansundet-Gebiet konnte HOFMANN (1969) die Assoziation nicht nachweisen.

Fläche (m <sup>2</sup> )	1
Bedeckung (%)	80
Artenzahl	13
<i>Carex subspathacea</i>	4
<i>Salix polaris</i>	2
<i>Equisetum variegatum</i>	1
<i>Phippsia algida</i>	1
<i>Saxifraga oppositifolia</i>	1
<i>Cerastium arcticum</i>	+
<i>Cochlearia groenlandica</i>	+
<i>Juncus biglumis</i>	+
<i>Saxifraga cernua</i>	+
<i>Bryum spec.</i>	3
<i>Distichium capillaceum</i>	2
Krustenflechten	2
<i>Drepanocladus uncinatus</i>	+

*Anmerkung:* *Carex subspathacea* bildet auf konstant grundwasser-versorgten Standorten mit sandig-kiesigem Substrat auch das charakterisierende und dominierende Element einer Flachmoorgesellschaft. Auf den Lernerøyane im Liefdefjorden konnte in Meeresnähe die nebenstehende Aufnahme dieser Gesellschaft angefertigt werden, wobei der Wuchsort noch vom Salzspray aus der Brandungsgischt beeinflusst wird. Der Boden besteht aus 8 cm wenig zersetztem Torf und zeigte keine Büldenbildung.

Weitere Informationen zu Ausbildungen der *Carex subspathacea*-Flachmoorgesellschaft finden sich bei WALTON (1922), DOBBS (1939) und ACOCK (1940) vom Kapp Napier im Billefjorden und bei ELVEN ET AL. (1990) aus dem Gipsdalen.

### 6.1.1.3 **Caricetum ursinae** Hadač 1946

Die Assoziation nimmt das höchste Niveau der Salzrasen ein. In einer Idealzonierung schließt die Assoziation strandaufwärts an das **Caricetum subspathaceae** an. Häufig grenzt sie jedoch direkt an das **Puccinellietum phryganodis**, da das **Caricetum subspathaceae** des öfteren reliefbedingt oder durch den erwähnt Schmelzwassereinfluß ausfällt. Das **Caricetum ursinae** ist physiognomisch durch einzelne ausgeprägte Horste von *Carex ursina* gekennzeichnet, während *Puccinellia phryganodes ssp. vilfoidea* und *Stellaria humifusa* bei abgeschwächter Vitalität zurücktreten und *Carex subspathacea* nicht mehr vorhanden ist. Die einzige konstante Pflanzenart der Gesamt-Assoziation ist die Charakterart *Carex ursina* (s. Tab. 7). Die Bestandsflächen der Phytozönosen haben eine geringe Ausdehnung, wobei sie meist als schmale Gürtel an das Relief des Strandes angelehnt sind. Die Vegetationsbedeckung beträgt 70 - 100 %, durchschnittlich 79 %.

Das **Caricetum ursinae** wird nur noch sporadisch bei extremen Hochwasserereignissen vom Meerwasser überspült. Eine Benetzung der Bestände und der Bodenoberfläche mit Salzspray aus der Brandungsgischt findet allerdings häufig statt. Demgegenüber ist der landseitige Süßwassereinfluß jedoch derart groß, daß Vertreter aus der umgebenden Flora in die Küstengesellschaft einwandern können. Insbesondere Schmelzwassermengen aus dem frühsommerlichen Niedertauen des Schnees begünstigen die Existenz von Moosen (vgl. THANNHEISER 1975).

Die Böden der vom **Caricetum ursinae** eingenommenen Standorte enthalten generell einen größeren Anteil der Sandkomponente als die Böden der beiden zuvor beschriebenen Assoziationen. Hierdurch weisen sie einen größeren Anteil an Mittel- und Grobporen auf, wodurch sie besser durchlüftet sind und ein höheres Redoxpotential besitzen. Große Mengen schädlicher Eisen-, Mangan- oder Sulfidionen werden deshalb nicht-pflanzenverfügbar im Boden zurückgehalten. Auch der Salzgehalt der Bodenlösung ist im allgemeinen nicht mehr so hoch wie im **Puccinellietum phryganodis** und im **Caricetum subspathaceae**. Die Böden des **Caricetum ursinae** können im Laufe des Sommers mehrmals zeitweilig abtrocknen, so daß eine ausgeprägte Moosschicht ausgleichend auf Schwankungen des Wasserhaushaltes wirkt. Durch die Schwankungen des Bodenwasserhaushaltes wird deutlich, weshalb BRATTBAKK (1979) auf der Brøggerhalvøya unter offenen wie unter geschlossenen Beständen Frostmusterstrukturen in Form von Zellenböden feststellen konnte.

Die Bestimmungen der Phytomasse von drei repräsentativen Beständen aus dem Liefdefjorden (laufende Nr. 3, 6 und 7 in Tab. 7) zeigen mit durchschnittlich  $105,2 \text{ g m}^{-2}$  abermals die geringen Bestandsvorräte der arktischen Salzrasen. Von der Gesamtsumme finden sich  $49,6 \text{ g m}^{-2}$  in der oberirdischen und  $55,6 \text{ g m}^{-2}$  in der unterirdischen Phytomasse. Der Wert der oberirdischen Phytomasse liegt - wie bei den *Puccinellia phryganodes ssp. vilfoidea*-Beständen - weit unter dem von BRATTBÄKK (1979) angegebenen oberirdischen Bestandsvorrat von durchschnittlich  $144 \text{ g m}^{-2}$  für Bestände der Brøggerhalvøya. Für diese Bestände beträgt die mittlere Nettoprimärproduktion  $28 \text{ g m}^{-2}$  pro Jahr (BRATTBÄKK 1979).

Das **Caricetum ursinae** ist ein Vertreter der (mittel- bis) hocharktischen Salzrasen. Die Assoziation ist die einzige weit verbreitete Gesellschaft, die auf arktische Küsten beschränkt ist (THANNHEISER 1998). Dabei ist das Verbreitungsgebiet zirkumpolar.

**Tab. 7: Caricetum ursinae Hadač 1946.**

- 1: Typische Subassoziation,  
2: Subassoziation von *Bryum salinum*.

Nummer der Gesellschaft	1					2						
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Laufende Nummer	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Interne Nummer	265	854	400	30	45	33	31	846	384	34	35	211
Fläche (m <sup>2</sup> )	4	4	4	2	2	4	2	4	4	4	1	4
Bedeckung (%)	90	75	70	100	90	80	80	70	70	70	80	75
Artenzahl	1	2	3	5	6	3	4	4	4	5	6	6
<i>Carex ursina</i>	5	4	4	3	4	4	5	3	4	4	4	4
<i>Puccinellia phryganodes ssp. vilfoidea</i>	.	.	.	.	.	1	1	1	1	1	1	1
<i>Stellaria humifusa</i>	.	+	1	.	.	.	.	1	2	+	2	2
<i>Cochlearia groenlandica</i>	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	1
<i>Ranunculus hyperboreus ssp. arnellii</i>	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.
<i>Phippsia algida</i>	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.
<i>Saxifraga hyperborea</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.
<i>Bryum salinum</i>	.	.	.	.	.	2	3	2	2	1	2	2
<i>Drepanocladus revolvens</i>	.	.	.	.	3	.	.	.	.	2	2	2
<i>Cephaloziella arctica</i>	.	.	.	4	2	.	.	.	.	.	.	.
<i>Calliergon sarmentosum</i>	.	.	.	2	2	.	.	.	.	.	.	.
<i>Cinclidium arcticum</i>	.	.	.	2	1	.	.	.	.	.	.	.
<i>Oncophorus wahlenbergii</i>	.	.	.	2	.	.	.	.	.	.	.	.

Lokalitäten: 30-31, 33-35, 45 u. 400: Lernerøyane (Liefdefj.); 265 u. 384: Küste Sverrefjellet (Bockfj.); 846 u. 854: Gåsebu (Kongsfj.).

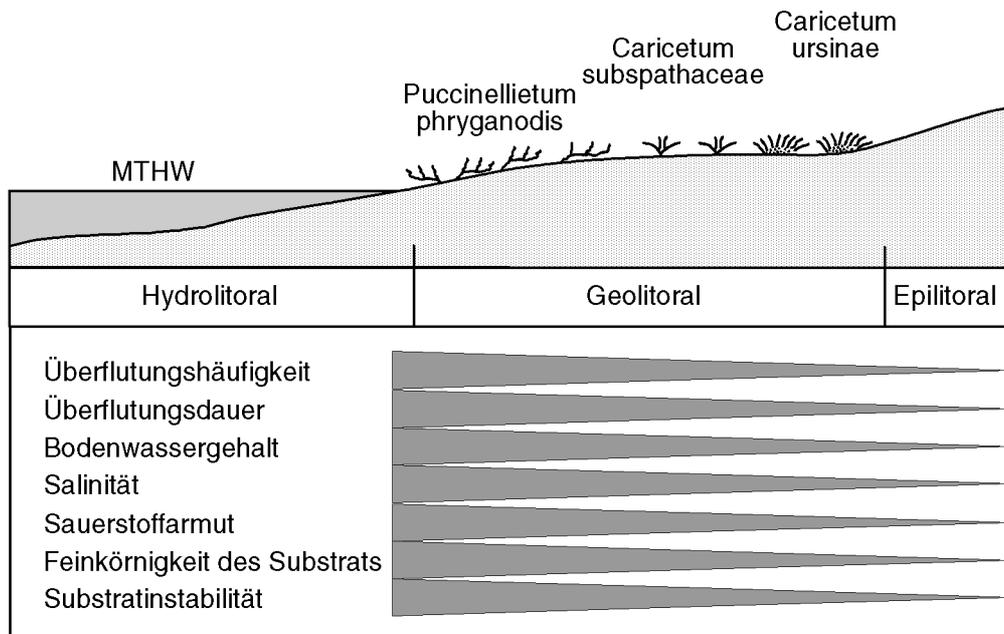
Für Nordwestspitzbergen deutet sich durch die eigenen Bestandsaufnahmen eine Aufgliederung der Assoziation in zwei Subassoziationen an (s. Tab. 7), die noch durch weitere Aufnahmen belegt werden müssen. Die **Subassoziation von *Bryum salinum*** läßt sich durch das bezeichnende Moos als Trennart von der **Typischen Subassoziation** abgrenzen. Neben *Bryum salinum* ist zudem *Puccinellia phryganodes ssp. vilfoidea* als konstante Sippe in dieser Subassoziation vorhanden, nicht aber in der **Typischen Subassoziation**. Innerhalb der Assoziation sind die Präferenzarten der **Subassoziation von *Bryum salinum*** *Stellaria humifusa* und *Drepanocladus revolvens*, die der **Typischen Subassoziation** die Moose *Cephaloziella arctica*, *Calliergon sarmentosum* und *Cinclidium arcticum*. Die **Subassoziation von *Bryum salinum*** besiedelt feuchtere, gegenüber der Umgebung leicht eingetiefte Standorte, in denen sich Wasser länger zu halten vermag.

#### 6.1.1.4 Zusammenfassung Salzrasen

Die Salzrasen-Gesellschaften Nordwestspitzbergens ordnen sich in schematischer Weise reliefgebunden und strandparallel an. Das **Puccinellietum phryganodis** wird meerseitig durch die

Flutmarke des Mittleren Tidehochwassers begrenzt. Winterlicher Eisschub bewirkt allerdings, daß diese meerwärtige Ausdehnung nur selten erreicht wird. Landeinwärts geht die Assoziation häufig fließend in das **Caricetum subspathaceae** über. Strandaufwärts wird diese ihrerseits von dem **Caricetum ursinae** abgelöst. Als wichtige Faktoren haben die Überflutungshäufigkeit und -dauer, das Wechselspiel von Akkumulation und Erosion, der Salzgehalt der Bodenlösung und der Bodenwassergehalt mit seinen Auswirkungen auf das Redoxpotential und die Ionenverfügbarkeit einen steuernden Einfluß auf die Vegetationsentwicklung und -struktur (s. Abb. 20).

Die floristische Differenzierung der sehr artenarmen Salzrasen Nordwestspitzbergens ist zusammenfassend in einer Stetigkeitstabelle (Tab. 8) wiedergegeben. Aus der Stetigkeitstabelle ist ersichtlich, daß die Assoziation **Puccinellietum phryganodis** floristisch nur durch die namensgebende Art gegenüber den anderen Assoziationen gekennzeichnet ist. Im Falle des **Caricetum ursinae** charakterisiert und differenziert neben der namensgebenden Art auch die Präferenzart *Drepanocladus revolvens* die Assoziation. Innerhalb des **Caricetum subspathaceae** tragen dagegen neben der Charakterart *Carex subspathacea* auch die Präferenzarten *Cochlearia groenlandica*, *Drepanocladus uncinatus*, *Distichium capillaceum* und *Bryum pseudotriquetrum* zur Kennzeichnung der Assoziation bei.



Zeichnung und Entwurf: Ingo Möller 1999

**Abb. 20: Schematische Zonierung der Salzrasengesellschaften in Nordwestspitzbergen.**

Die Gesellschaften der Salzrasen Nordwestspitzbergens lassen sich im Verband **Puccinellion phryganodis** Hadač 1946, den nordboreal-arktischen Salzrasen, zusammenfassen. Der Verband ist zirkumpolar verbreitet und der Ordnung **Glauco-Puccinellietalia** Beefink & Westhoff 1968 (temperat-arktische Salzrasen) in der Klasse **Juncetea maritimi** Br.-Bl. 1931 (Salzrasengesellschaften) anzuschließen. Die Klasse **Juncetea maritima** ist dem **Asteretea tripolii** Westhoff & Beefink 1962 im wesentlichen gleichzusetzen. Die Gesellschaften des Verbandes **Puccinellion phryganodis** korrespondieren mit den Gesellschaften des temperat bis mittelboreal verbreiteten Verbandes **Puccinellion maritimae** (Warming 1906) Christiansen 1927. Sie sind bei geringen floristischen Unterschieden durchweg artenärmer und aufgrund der kürzeren Vegetationsperiode

weniger produktiv als die der produktionsstark eingestuften Gesellschaften der temperat-mittel-borealen Salzrasen.

**Tab. 8: Stetigkeitstabelle der Salzrasen-Gesellschaften.**

1. Puccinellietum phryganodis
2. Caricetum subspathaceae
3. Caricetum ursinae

Pflanzengesellschaft	1	2	3
Mittlere Artenzahl	2,9	5,3	4,1
Mittlere Phanerogamenzahl	2,1	2,9	2,6
Mittlere Kryptogamenzahl	0,9	2,4	1,5
Mittlere Deckung (%)	54	63	79
Zahl der Aufnahmen	18	7	12
Puccinellia phryganodes ssp. vilfoidea	V (2-5)	III (1)	III (1)
Carex subspathacea	+ (1)	V (3-5)	.
Carex ursina	+ (+)	.	V (3-5)
Cochlearia groenlandica	I (+2)	IV (1-2)	I (+-1)
Stellaria humifusa	II (+3)	III (2)	III (+2)
Phippsia algida	+ (+)	.	+ (+)
Sagina nivalis	.	I (+)	.
Ranunculus hyperboreus ssp. arnellii	.	.	+ (1)
Saxifraga hyperborea	.	.	+ (1)
Bryum salinum	IV (+4)	V (+2)	III (1-3)
Drepanocladus uncinatus	I (2)	III (+1)	.
Bryum wrightii	+ (+)	.	.
Campylium stellatum	+ (1)	.	.
Bryum spec.	.	III (+3)	.
Distichium capillaceum	.	III (+2)	.
Bryum pseudotriquetrum	.	II (2)	.
Drepanocladus revolvens	.	.	II (2-3)
Cephaloziella arctica	.	.	I (2-4)
Calliergon sarmentosum	.	.	I (2)
Cinclidium arcticum	.	.	I (1-2)
Oncophorus wahlenbergii	.	.	+ (2)

### 6.1.2 Küstendünen - Mertensietum maritimae (Nordhagen 1940) Thannheiser 1981

Als erster Pionier bildet *Mertensia maritima* auf ansonsten vegetationsfreien Grobsand- und Kiesstränden eine äußerst schütterere Vegetationsdecke aus, deren Bedeckung durchschnittlich weniger als 10 % beträgt. Geschlossener Bestände finden sich in der Arktis nur unter günstigsten Wuchsbedingungen. Solche konnten in Nordwestspitzbergen allerdings nirgends beobachtet werden.

Typische Standorte der Assoziation stellen rezente Strandwälle nahe der Brandungszone dar, die scharf gegen das Meer abgegrenzt sind (s. Abb. 21). Dort siedeln einzelne, polsterhaft ausgebildete *Mertensia maritima*-Individuen. Sie sind derart weit verstreut, daß sie auch als offene Solitärbestände bezeichnet werden können, denen THANNHEISER (1975) ein echtes soziologisches Wirkungsgefüge abspricht. *Mertensia maritima* wird zum Teil nur noch von *Cochlearia groenlandica* begleitet (s. Tab. 9).

Die Standorte der Assoziation nahe der Brandungszone des Meeres sind nicht nur dem Salzspray aus der Brandungsgischt ausgesetzt, sondern auch den mechanischen Kräften der Wellen bei extremen Hochwasserereignissen. Darüber hinaus kann winterlicher Eisschub destruktiv auf die Habitate wirken. Die mehrjährige *Mertensia maritima* vermag diesen Beeinträchtigungen in Form ihrer Rhizome oder Rosetten zu widerstehen (vgl. THANNHEISER & HOFMANN 1977).

Das grobkörnige Substrat des Standortes enthält häufig Bruchstücke von Muschelschalen. Aufgrund des großen Anteils von Mittel- und Grobporen ist der Boden gut durchlüftet, zugleich aber stark wasserzünftig. Infolgedessen ist der Bodenwassergehalt stets sehr gering. Das somit begrenzt pflanzenverfügbare Wasser kann zu einem limitierenden Faktor für die Gesellschaft werden. Auch die Humuskomponente kann nicht zu einem Ausgleich der schlechten Wasserversorgung beitragen, da eine nennenswerte Akkumulation organischer Substanz nicht vorhanden ist.

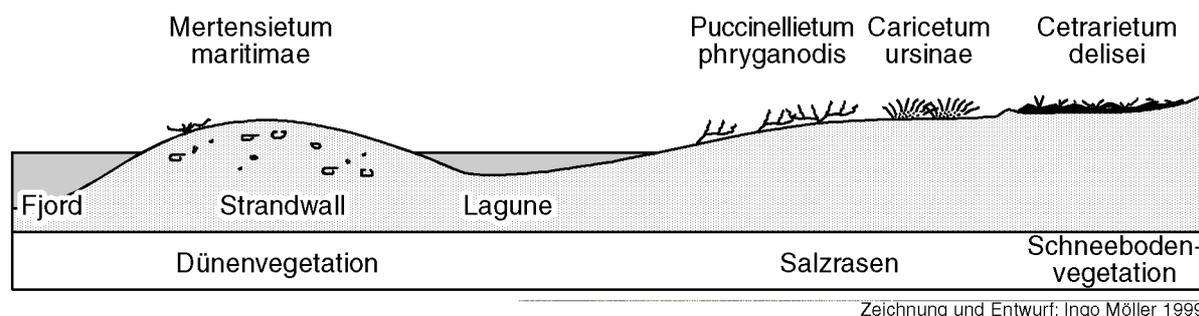


Abb. 21: Schematisiertes und idealisiertes Profil zur Küstenvegetation an einer Lagune bei Gåsebu (Brøggerhalvøya, Kongsfjorden).

Aus syntaxonomischer Sicht ist das *Mertensietum maritimae* der Dünenvegetation anzuschließen, obwohl es aus synökologischer Sicht in vielen Aspekten durchaus der Spülsaumvegetation zugeordnet werden könnte. Die Assoziation repräsentiert den am weitesten vorgeschobenen Außenposten der in der Hocharktis ausklingenden Klasse *Honckenyo peploides-Elymetea arenarii* Tx. 1966 (vgl. THANNHEISER & HOFMANN 1977). Innerhalb dieser Klasse ist die Assoziation der Ordnung *Honckenyo peploides-Elymetalia areanarii* Tx. 1966 em. Géhu et Tx. ap. Géhu 1975 und dem Verband *Agropyron-Rumicion* Nordh. 1940 (=Honckenyo peploides-Elymion areanarii (Galiano 1959) Tx. 1966) unterstellt. Nach THANNHEISER (1974 und 1975) ist die Assoziation subarktisch bis arktisch verbreitet und hat ein semi-zirkumpolares Areal. Beschreibungen von *Mertensia maritima*-Gesellschaften liefern u.a. THANNHEISER (1975 und 1981) aus der westlichen kanadischen Arktis bzw. von den Küsten Ostkanadas, MOLENAAR (1974) von Grönland, THANNHEISER & HOFMANN (1977) und BRATTBAKK (1979) von Spitzbergen sowie THANNHEISER (1974) aus Nordnorwegen. Außerhalb Spitzbergens findet sich *Mertensia maritima* des öfteren mit *Honkenya peploides* vergesellschaftet. Solche Bestände können auf Spitzbergen nur sehr selten angetroffen werden, da *Honkenya peploides* zu den seltenen Arten gehört.

Tab. 9: *Mertensietum maritimae* (Nordh. 1940)  
Thannh. 1981.

Laufende Nummer	1	2	3	4	5	St.
Interne Nummer	701	702	726	866	867	
Fläche (m <sup>2</sup> )	10	10	10	2	4	
Bedeckung (%)	2	10	2	15	15	7
Artenzahl	1	1	1	2	2	1,4
<i>Mertensia maritima</i>	1	2	1	2	2	V
<i>Cochlearia groenlandica</i>	.	.	.	+	+	II

Lokalitäten: 701 u. 702: Östl. Ny Ålesund (Kongsfj.);  
726: Blomstrandhalvøya (Kongsfj.); 866 u. 867: Gåsebu (Kongsfj.).

## 6.2 Wasser- und Moorvegetation

Innerhalb der Untersuchungsgebiete finden sich mit Ausnahme der Reinsdyrflya kaum größere Ebenen mit stagnierenden Wasserflächen, die günstige Voraussetzungen für die Entwicklung einer ausgeprägten Wasser- und Moorvegetation bieten. Kleinere Seen mit einer Wasservegetation, die auch als Ufervegetation bezeichnet werden kann, finden sich meist auf flachen postglazial gehobenen Meeresterrassen. Im Gegensatz zu den Ufern größerer und tieferer Seen, wo durch starken Wellenschlag und den destruktiven Einfluß von Treibeisschollen keine Wasservegetation aufkommen kann, entwickeln sich an vielen Ufern der kleineren Seen artenarme, aber individuenreiche Bestände. Unter dem Begriff der Wasservegetation werden hierbei jene Bestände zusammengefaßt, deren Arten kontinuierlich-periodischen Schwankungen des Wasserstands unterliegen (Amphiphyten). Relativ hohe Wasserstände sind auch in der Arktis vor allem nach der frühsommerlichen Schneeschmelze zu verzeichnen. Aufgrund der allgemein geringen Verdunstung sinken sie allerdings zum Spätsommer nur sehr langsam ab.

Nach TÜXEN (1974 und 1975) können die arktischen Ufergesellschaften als Dauerpioniergesellschaften bezeichnet werden, da durch sie keine Verlandungsprozesse eingeleitet werden. Somit kommt es durch sie nicht zu einer autogenen Sukzession an den Seeufern wie z.B. in der temperatnemoralen Zone. Erst Änderungen von abiotischen Standortfaktoren, z.B. des Wasserstands, können eine allogene Sukzession auslösen, die wegen der allgemein extremen ökologischen Bedingungen in der Arktis jedoch sehr langsam verläuft (vgl. THANNHEISER 1976). Wie die Vegetation der Meeresküste ist auch die Vegetation der Seeufer durch floristisch arme Pflanzengesellschaften gekennzeichnet. Die vielfältigeren Gesellschaften der temperat-hemiborealen Zone klingen im Übergang zu den arktischen Gesellschaften aus oder werden durch spezifisch arktische Gesellschaften ersetzt. Letztere sind dabei durch Pflanzenarten charakterisiert, die ihr ausschließliches Verbreitungsgebiet oder zumindest ihren Verbreitungsschwerpunkt in der Arktis haben (z.B. *Arctophila fulva* und *Pleuropogon sabinei*).

Von den Gesellschaften der Wasservegetation bestehen zum Teil mehr oder weniger fließende Übergänge zur Moorvegetation, die oftmals auf höherem Geländeniveau landseitig anschließt. Ihre Standorte sind im Frühsommer häufig von Wasser überstaut und trocknen erst zum Ende der Vegetationsperiode ab. Der Bodenwassergehalt ist meistens keinen großen Schwankungen unterworfen. Die Moorvegetation, die sich ausschließlich aus Flachmoorgesellschaften zusammensetzt, findet sich wie im übrigen Svalbard typischerweise in zwei Geländesituationen: In Tälern nahe Seen, Bächen und Flüssen und auf annähernd horizontalem Gelände (selten mehr als 5° geneigt), das durch kontinuierlichen Wasserzufluß lange Zeit naß gehalten wird (vgl. EUROLA 1971).

Die überwiegend aus Helophyten bestehende Flachmoorvegetation bildet eine dichte Pflanzendecke aus, die über eine stark verfilzte Wurzelschicht verfügt. Innerhalb der Arktis weisen die Flachmoorgesellschaften die größte Phytomasseproduktion auf, wobei der überwiegende Teil der Phytomasse unterirdisch festgelegt ist. Die Torfbildung bleibt im Vergleich zu südlicheren Breiten allerdings recht gering, da mit zunehmender geographischer Breite (aber auch mit der Höhe) die pflanzliche Produktivität stärker zurückgeht als die Zersetzung der abgestorbenen Phytomasse (vgl. DIERSSEN 1996: 576).

### 6.2.1 *Arctophiletum fulvae* (Lambert 1968) Thannheiser 1976

Die artenarme Assoziation (mittlere Artenzahl der eigenen Aufnahmen: 5,0) besiedelt ausschließlich Flachwasserbereiche am Rande kleiner, oligotropher Seen oder sehr langsam fließender Bäche. An größeren Seen findet sich das *Arctophiletum fulvae* (Tab. 10) nur im Lee der Hauptwindrichtung, da dort der Wellenschlag die über ein ausgeprägtes Wurzelsystem fest verankerten *Arctophila fulva-*

Individuen kaum beeinträchtigt. An den Gewässerufeln kann die Assoziation charakteristische Gürtel ausbilden, die bei größeren Beständen ein wiesenartiges Gefüge aufweisen. *Arctophila fulva* vermehrt sich hierin überwiegend vegetativ. Insgesamt schwankt die Vegetationsbedeckung in weiten Grenzen zwischen 20 und 95 %, mit 67,5 % im Mittel der eigenen Aufnahmen.

**Tab. 10: Arctophiletum fulvae (Lambert 1968) Thannh. 1976.**

- 1: Typische Subassoziation,  
2: Subassoziation von *Ranunculus hyperboreus* ssp. *arnellii*.

Nummer der Gesellschaft	1					2						Stetigk.		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11			12
Laufende Nummer	380	855	601	462	165	691	688	689	690	58	37	38		
Interne Nummer	1	4	10	4	10	4	1	2	4	1	1	4		
Fläche (m <sup>2</sup> )	20	80	50	55	80	60	60	70	70	90	95	80		
Bedeckung (%)	1	1	3	5	6	4	4	4	7	6	9	10	1	2
Artenzahl	2	5	3	3	4	3	3	3	3	4	2	3	V	V
<i>Arctophila fulva</i> var. <i>fulva</i>	.	.	.	.	.	1	1	1	1	1	1	1	.	.
<i>Ranunculus hyperboreus</i> ssp. <i>arnellii</i>	.	.	.	.	.	.	+	+	1	.	1	1	.	IV
<i>Cardamine pratensis</i> ssp. <i>polemonioides</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	II
<i>Cerastium regelii</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I	.
<i>Deschampsia alpina</i>	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I	.
<i>Cochlearia groenlandica</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	I	.
<i>Saxifraga foliolosa</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	I	.
<i>Carex ursina</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	I	.
<i>Drepanocladus revolvens</i>	.	.	1	2	2	4	3	4	4	2	3	3	III	V
<i>Orthothecium chryseon</i>	.	.	.	1	1	.	.	.	.	1	1	.	II	II
<i>Calliergon turgescens</i>	.	.	.	1	1	.	.	.	.	1	+	.	II	II
<i>Drepanocladus fluitans</i>	.	.	.	2	+	.	.	.	.	1	.	.	II	I
<i>Scorpidium scorpioides</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	3	4	.	II
<i>Brachythecium spec.</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	1	.	II
<i>Oncophorus virens</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	1	.	II
<i>Bryum pseudotriquetrum</i>	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	I	.
Algen	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	3	.	I
<i>Drepanocladus tundrae</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2	.	I

Lokalitäten: 380: Isthmus d. Lernerhalbinsel (Liefdefj.); 855: Gåsebu (Kongsfj.); 462: Moräne d. Erikbreen (Liefdefj.); 165: SW-Reinsdyrflya; 58: Festland südwestl. d. Lernerhalbinsel (Liefdefj.); 37-38: Lernerøyane (Liefdefj.); 601, 688-691: Eidembukta (Forlandsund).

BRATTBÄKK (1979) ermittelte auf der Brøggerhalvøya eine durchschnittliche oberirdische Phytomasse von 85 g m<sup>-2</sup> bei einer jährlichen Nettoprimärproduktion von 71 g m<sup>-2</sup>. Das enge Verhältnis der beiden Werte stützt die Berechnungen von WEBBER (1978), die bei produktiveren Beständen aus Barrow (Alaska) die Umsetzungsrate der oberirdischen Phytomasse auf nur ein Jahr und die der unterirdischen Phytomasse auf etwa 4,5 Jahre schätzen. Dementsprechend haben die Böden der Assoziation, gleich ob ständig oder nur zeitweise wasserbedeckt, einen nur geringen Anteil organischer Substanz. Ein Teil der Phytomasse und damit die Quelle der organischen Bodensubstanz geht aus den Beständen auch deshalb verloren, weil *Arctophila fulva* offensichtlich gern von Gänsen und Enten abgeweidet wird (s. Abb. 22).

Die hier vorgestellten Aufnahmen des **Arctophiletum fulvae** lassen sich gut mit der *Arctophila fulva*-Gesellschaft von DUBIEL & OLECH (1990) aus dem Sørkapp Land in Südspitzbergen gleichsetzen. Das **Arctophiletum fulvae** ist in allen Subzonen der Arktis (s. Kap. 4.2) vertreten und besitzt dabei eine zirkumpolare Verbreitung. Einen Schwerpunkt bilden aber die Bereiche der niederen Arktis. Isolierte Vorposten der Assoziation finden sich darüber hinaus am nördlichen Bottnischen Meerbusen und bei Kautokeino (LYE & BERG 1988 nach DIERSSEN 1996: 579). Innerhalb des arktischen Areals ändert sich die Artenzusammensetzung der Assoziation kaum (vgl. LAMBERT 1968 und THANNHEISER 1976 für die kanadische Arktis).



Abb. 22: Von Gänsen abgeweidete *Arctophila fulva*.

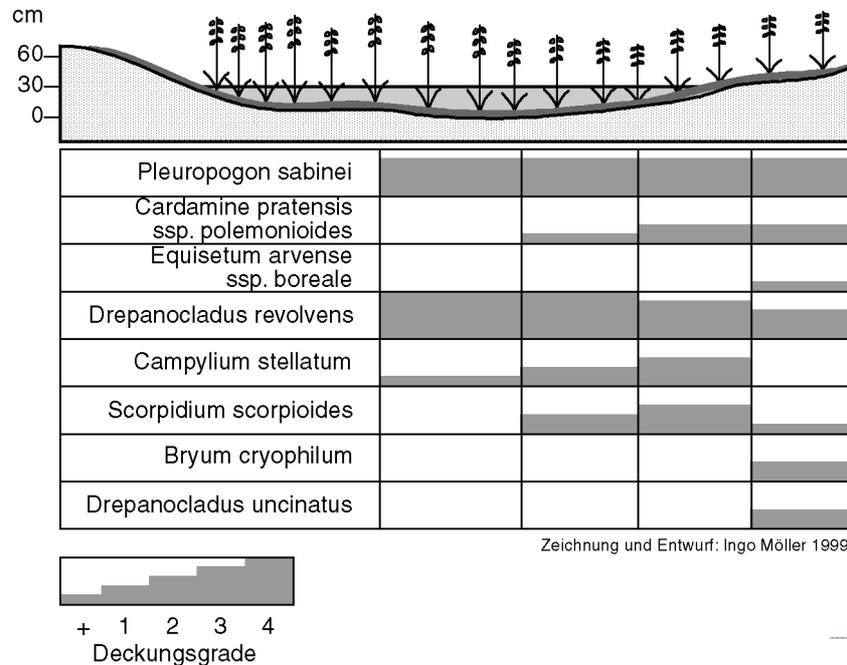
Aus syntaxonomischer Sicht ist sie dem Verband **Caricion lasiocarpae** Vanden Berghen ap. Lebrun et al. 1949, in der Ordnung **Scheuchzerietalia palustre** Nordh. 1936 und der Klasse **Scheuchzerio-Caricetea nigrae** (Nordh. 1936) Tx. 1937 anzuschließen. Für Nordwestspitzbergen können zwei Subassoziationen unterschieden werden: Eine **Typische Subassoziation** und eine **Subassoziation von *Ranunculus hyperboreus* ssp. *arnellii*** (s. Tab. 10). Die **Typische Subassoziation** stellt den Kern der Assoziation dar und zeigt einen Übergang von initialen, lockeren Beständen im tieferen Wasser bis zu dichteren Beständen nahe der Gewässerufer. An den Gewässeruferrändern, die wechselnden Wasserständen unterliegen und deshalb auch abtrocknen, stellt sich zumeist die **Subassoziation von *Ranunculus hyperboreus* ssp. *arnellii*** mit einer deutlichen Moosschicht ein. Neben *Arctophila fulva* sind *Ranunculus hyperboreus* ssp. *arnellii* und *Drepanocladus revolvens* in dieser Subassoziation konstant; *Cardamine pratensis* ssp. *polemonioides* ist schwach konstant. Hiervon differenzieren *Ranunculus hyperboreus* ssp. *arnellii* und *Cardamine pratensis* ssp. *polemonioides* die **Subassoziation von *Ranunculus hyperboreus* ssp. *arnellii*** von der **Typischen Subassoziation** ebenso wie die weiteren Präferenzarten *Cerastium regelii*, *Scorpidium scorpioides*, *Oncophorus virens* und *Brachythecium spec.*

### 6.2.2 *Pleuropogon sabinei*-Gesellschaft

Die *Pleuropogon sabinei*-Gesellschaft (Tab. 11) besiedelt wie das **Arctophiletum fulvae** Flachwasserbereiche am Rande kleiner, oligotropher Seen und im Uferbereich sehr langsam fließender Bäche und Flüsse. Die artenarme Gesellschaft (mittlere Artenzahl: 6,3) ist dabei empfindlicher gegenüber den mechanischen Einwirkungen des Wassers als die vorherige Assoziation. Typische Standorte der Gesellschaft sind deshalb Stillwasserbereiche, an kleinen Bächen z.B. strömungsberuhigte Buchten.

Auf der Reinsdyrflya konnte im Sommer 1992 beobachtet werden wie die Gesellschaft in kleinen Tümpeln bis zu einer Wassertiefe von 30 cm vordringt (s. Abb. 23). Eine 5 - 7 cm mächtige Moosschicht bedeckt den Seegrund allerdings vollständig, was darauf hinweist, daß die kleinen Seen zum Spätsommer hin regelmäßig austrocknen. Nach dem Austrocknen wirkt die kompakte

Moosschicht ausgleichend auf den Bodenwasserhaushalt, wodurch die Wuchsorte der Gesellschaft zumindest sehr feucht bleiben. *Pleuropogon sabinei* scheint inmitten der Tümpel, wo die größten Wasserstandsschwankungen vorherrschen, optimal zu gedeihen. Die Pflanze verliert zu den Rändern zunehmend an Vitalität und ist jenseits des periodisch wasserbedeckten Ufers nur noch steril anzutreffen.



**Abb. 23: Schema der Vegetationsverteilung innerhalb der *Pleuropogon sabinei*-Gesellschaft an einem Tümpel auf der Reinsdyrflya (etwa 100 m westlich der Worsley-Hütte).**

Die Böden, die von der Gesellschaft besiedelt werden, bestehen im lang überstauten Bereich aus organogenen Gyttien und gehen zu den nicht mehr periodisch wasserbedeckten Ufersäumen in sandig-schluffige Substrate mit einem hohen Anteil organischer Substanz (anmoorige Gleye) über.

Die *Pleuropogon sabinei*-Gesellschaft ist mit Sicherheit eine Assoziation. Aber aufgrund der geringen Anzahl von Vegetationsaufnahmen wird sie hier noch nicht als solche festgelegt. Konstante Arten in den eigenen Aufnahmen (Tab. 11) sind *Pleuropogon sabinei*, *Drepanocladus revolvens* und *Cinclidium arcticum*. In synsystematischer Hinsicht läßt sich die Gesellschaft wie das **Arctophiletum fulvae** dem Verband **Caricion lasiocarpae** Vanden Berghen ap. Lebrun et al. 1949 innerhalb der Ordnung **Scheuchzerietalia palustre** Nordh. 1936 und der Klasse **Scheuchzerio-Caricetea nigrae** (Nordh. 36) Tx. 1937 anschließen.

Die *Pleuropogon sabinei*-Gesellschaft ist in Spitzbergen selten. Ein Zentrum ihrer Verbreitung in Spitzbergen ist nach bisheriger Kenntnis die Reinsdyrflya. Die Verbreitung von *Pleuropogon sabinei* läßt vermuten, daß die Gesellschaft nahezu zirkumpolar verbreitet ist. Die Gesellschaft kommt in allen Subzonen der Arktis vor. Im Gegensatz zum **Arctophiletum fulvae** hat sie ihren Schwerpunkt jedoch in der höheren Arktis und bleibt selbst dort selten. Bisherige Beobachtungen über die Vergesellschaftung von *Pleuropogon sabinei* liefern OOSTING (1948) aus Grönland, POLUNIN (1948) aus der östlichen kanadischen Arktis, THANNHEISER (1976) aus der westlichen kanadischen Arktis und LID (1967) aus Spitzbergen.

Tab. 11: *Pleuropogon sabinei*-Gesellschaft.

Laufende Nummer	1	2	3	4	5	6
Interne Nummer	363	365	368	367	364	366
Fläche (m <sup>2</sup> )	4	4	4	4	4	4
Bedeckung (%)	70	70	60	70	50	80
Artenzahl	3	4	6	6	9	10
<i>Pleuropogon sabinei</i>	3	3	3	3	3	3
<i>Cardamine pratensis</i> ssp. <i>polemonioides</i>	.	.	+	1	1	1
<i>Equisetum arvense</i> ssp. <i>boreale</i>	.	.	.	.	+	1
<i>Ranunculus hyperboreus</i> ssp. <i>arnellii</i>	.	.	.	.	.	+
<i>Drepanocladus revolvens</i>	4	4	4	3	2	4
<i>Cinclidium arcticum</i>	+	+	1	2	+	+
<i>Calliergon giganteum</i>	.	+	1	2	.	1
<i>Scorpidium scorpioides</i>	.	.	+	2	+	+
<i>Bryum cryophilum</i>	.	.	.	.	1	3
<i>Bryum spec.</i>	.	.	.	.	2	1
<i>Drepanocladus uncinatus</i>	.	.	.	.	1	.

Lokalitäten: 363-368: Reinsdyrflya (westl. Worsley-Hütte).

### 6.2.3 *Drepanoclado-Ranunculetum hyperborei* Hadač 1989

Die Assoziation *Drepanoclado-Ranunculetum hyperborei* (Tab. 12) kommt auf mehr oder weniger ebenem Gelände am Rand kleiner, flacher und oligotropher Seen und am Rand von Bächen und Flüssen vor. Die Fließgeschwindigkeit der Bäche und Flüsse kann dabei größer sein als beim *Arctophiletum fluviae* und bei der *Pleuropogon sabinei*-Gesellschaft. Die Standorte der Assoziation sind kontinuierlich wasserüberstaut oder trocknen erst zum Spätsommer hin ab, wobei sie aber annähernd wassergesättigt oder zumindest sehr feucht bleiben (s. Abb. 24). Die Assoziation besiedelt größtenteils schluffige Böden. Insbesondere an kontinuierlich wasserbedeckten Wuchsorten können dies aber auch organogene Mudden oder Gytien sein.

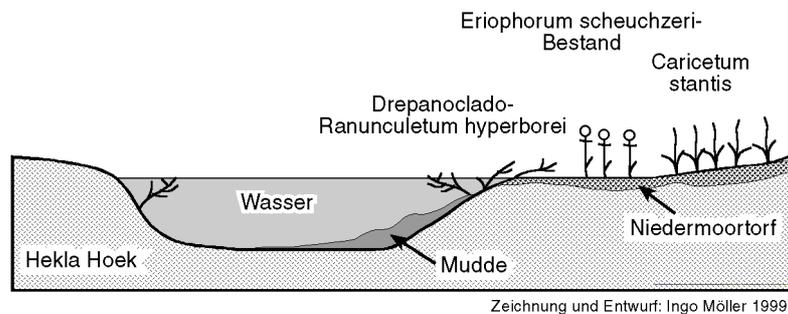


Abb. 24: Schema der Vegetationsanordnung an einem See mit *Drepanoclado-Ranunculetum hyperborei* auf den Lernerøyanen (Liefdefjorden).

Bryophyten haben an der Vegetationsbedeckung der Assoziation einen großen Anteil. Nach der unterschiedlichen Entwicklung der Mooschicht können dementsprechend lückige, offene oder dichte, geschlossene Bestände angetroffen werden; die mittlere Deckung variiert in den eigenen Aufnahmen zwischen 45 und 100 %, mit 66,1 % im Mittel.

Die eigenen Aufnahmen der Assoziation (s. Tab. 12) lassen sich gut mit denen von HOFMANN (1968) und PHILIPPI (1973) aus dem Freemansundet-Gebiet und denen von LID (1967), EUROLA (1971) und HADAČ (1989) aus Spitzbergen parallelisieren. Auch zur "Wet *Calliergon-Ranunculus hyperboreus* tundra" von BARKMAN (1987) sowie den Beschreibungen von WALTON (1922) bestehen große

floristisch-soziologische Affinitäten. Einartige *Ranunculus hyperboreus*-Bestände wie sie z.B. NEILSON (1968) von Nordaustlandet, POLUNIN (1948) aus der östlichen und THANNHEISER (1976) aus der westlichen kanadischen Arktis beschreiben, sind dagegen im eigenen Untersuchungsgebiet nicht beobachtet worden. Konstante Arten der Assoziation sind die namensgebenden *Ranunculus hyperboreus ssp. arnellii* und *Drepanocladus exannulatus* sowie *Calliergon sarmentosum*. Die übrigen Arten kommen als Begleiter nur mit einer geringen Stetigkeit vor (Tab. 12).

Das **Drepanoclado-Ranunculetum hyperborei** hat eine nordboreale bis arktische Verbreitung und kann dem Verband **Caricion nigrae** Koch 1926 emend. Klika 1934 innerhalb der Ordnung **Caricetalia nigrae** (Koch 1926) Nordh. 1936 emend. Br.-Bl. 1949 und der Klasse **Scheuchzerio-Caricetea nigrae** (Nordh. 1936) Tx. 1937 angeschlossen werden (DIERSSEN 1992). Diesem Vorschlag wird hier aus floristisch-soziologischen und aus standortökologischen Gründen gefolgt, selbst wenn die Erstbeschreibung der Assoziation durch HADAČ (1989) eine Zuordnung zu den Quellfluren der Klasse **Montio-Cardaminetea** Br.-Bl. & Tx. 1943 vorsieht.

Tab. 12: **Drepanoclado-Ranunculetum hyperborei** Hadač 1989.

Laufende Nummer	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Interne Nummer	174	59	60	168	29	379	381	166	39
Fläche (m <sup>2</sup> )	1	1	1	1	1	1	1	1	4
Bedeckung (%)	50	70	70	45	100	60	70	60	70
Artenzahl	3	3	3	4	3	4	4	7	9
<i>Ranunculus hyperboreus ssp. arnellii</i>	3	4	4	3	3	3	3	3	3
<i>Phippsia algida</i>	.	.	.	1	.	.	.	.	1
<i>Arctophila fulva var. fulva</i>	.	.	.	.	.	.	.	1	.
<i>Cardamine pratensis ssp. polemonoides</i>	.	.	.	.	.	.	.	+	.
<i>Drepanocladus exannulatus</i>	3	2	3	2	4	.	2	2	3
<i>Calliergon sarmentosum</i>	1	2	1	1	3	+	1	+	+
<i>Bryum pallescens</i>	.	.	.	.	.	2	4	.	.
<i>Drepanocladus revolvens</i>	.	.	.	.	.	.	.	2	4
<i>Calliergon richardsonii</i>	.	.	.	.	.	.	.	3	2
<i>Paludella squarrosa</i>	.	.	.	.	.	1	.	.	.
<i>Scorpidium scorpioides</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	1
<i>Calliergon turgescens</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	+
<i>Cinclidium arcticum</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	+

Lokalitäten: 29 u. 39: Lernerøyane (Liefdefj.); 59-60: Festland südwestl. d. Lernerhalbinsel (Liefdefj.); 166, 168 u. 174: SW-Reinsdyrflya; 379 u. 381: Isthmus d. Lernerhalbinsel (Liefdefj.).

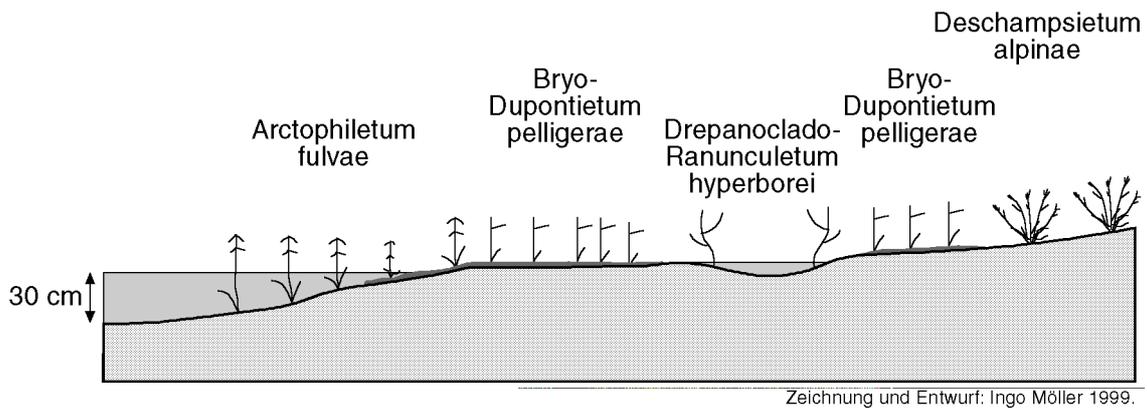
#### 6.2.4 **Bryo-Dupontietum pelligerae** Hadač (1946) 1989

Das **Bryo-Dupontietum pelligerae** (Tab. 13) bildet im nahezu horizontalen Überschwemmungsbereich flacher Seeufer oder langsam fließender Bäche dichte, nach außen einheitlich erscheinende, wiesenartige Bestände aus. Im Zusammenwirken mit der stets vorhandenen Moosschicht entsteht eine sehr hohe Vegetationsbedeckung, die in den eigenen Vegetationsaufnahmen durchschnittlich 92,2 % beträgt. In solch dichten Beständen erreicht *Dupontia pelligera* eine Wuchshöhe von 15 - 20 cm. Sobald die Bestände aber offener werden, nimmt auch die Wuchshöhe von *Dupontia* ab. Die Assoziation ist nicht nur oberirdisch beinahe vollständig geschlossen, sondern auch unterirdisch ist ein weit verzweigtes, kräftiges Wurzelsystem ausgebildet.

Das **Bryo-Dupontietum pelligerae** besiedelt in einer möglichen Höhenzonierung an Gewässern Wuchsorte oberhalb des **Arctophiletum fulvae** und wächst an deutlich trockeneren Standorten als diese Assoziation (s. Abb. 25). Häufig nimmt es eine vermittelnde Stellung zwischen dem **Arctophiletum fulvae** und der oberhalb anschließenden Naßstellenvegetation ein.

Auf der Reinsdyrflya ist dies sehr oft das **Deschampsietum alpinae** (vgl. DAHLE 1983), während die Assoziation darüber hinaus vielfach mit dem **Tomenthypnetum involuti** in Kontakt steht. Nahe der Küste kommt das **Bryo-Dupontietum pelligerae** außerdem auf unteren Meeresterrassen vor, wo es in der Höhenzonierung an das **Caricetum ursinae** anschließt.

Die oligotrophen Standorte des **Bryo-Dupontietum pelligerae** sind während der gesamten Vegetationsperiode naß bis sehr feucht. Während sie im Frühsommer noch gering überstaut sein können, trocknen sie auch zum Spätsommer hin nur oberflächlich etwas ab. In Küstennähe können die Standorte durch den Einfluß des Meereswassers oder durch den Salzspray aus der Brandung mitunter sehr schwach salzhaltig sein und somit einen brackigen Charakter bekommen. Bei den Böden handelt es sich meist um Anmoorgleye oder flachtorfige Niedermoore. Nur in tiefsten, äußerst lange wasserbedeckten Bereichen werden auch subhydrische Mudden eingenommen. Die Torfe erreichen in ihrer Mächtigkeit keine 20 cm und weisen nur eine geringe Zersetzung auf. Als Folge des Zuflusses von Schneeschmelzwasser, Überstauung im Frühsommer und einem damit verbundenen Eintrag von Feinmaterial ist der Anteil der mineralischen Komponente in den Torfen recht hoch. Auch im mineralischen Unterboden liegt ein hoher Anteil von Feinmaterial, überwiegend Schluff und Feinsand, vor.



**Abb. 25:** Schema zur Vegetationsanordnung an einem Seeufer mit **Bryo-Dupontietum pelligerae** auf der Reinsdyrflya.

Das **Bryo-Dupontietum pelligerae** weist eine relativ hohe Produktivität auf, die durch die günstige Wasser- und eine gute Nährstoffversorgung bei zugleich hoher photosynthetischer Kapazität von *Dupontia* bedingt ist (DIERSSEN 1996: 577f.). An den Beständen aus Barrow (Alaska) konnte WEBBER (1978) nachweisen, daß die oberirdische Phytomasse der Gefäßpflanzen jährlich umgesetzt wird, während die unterirdische Phytomasse eine Umsetzungsrate von 25,5 Jahren hat. Die durchschnittliche oberirdische Phytomasse der dortigen Bestände beträgt rund  $80 \text{ g m}^{-2}$ , die unterirdische etwa  $1300 \text{ g m}^{-2}$ . Die unterirdische Phytomasse übersteigt die oberirdische damit um mehr als das 16-fache. Die Produktionsbestimmungen für *Dupontia*-Bestände aus dem Bockfjorden von BRATTBÄKK (1979) ergaben eine oberirdische Phytomasse von  $137 \text{ g m}^{-2}$  bei einer jährlichen Nettoprimärproduktion von  $75 \text{ g m}^{-2}$ . Mit  $235 \text{ g m}^{-2}$  ermittelte BRZOSKA (1976) im Adventdalen noch höhere Werte für die oberirdische Phytomasse vollentwickelter Bestände. Dieser Wert kommt dem von BLISS (1962) gefundenen Wert von  $224 \text{ g m}^{-2}$  in Alaska recht nahe. Allein aus diesen wenigen Werten ist ersichtlich, daß die oberirdische Phytomasse des **Bryo-Dupontietum pelligerae** größeren Schwankungen unterliegt. Da die Assoziation vor allem im Spätsommer/Herbst eine wichtige Rentierweide darstellt (BRATTBÄKK 1985h), werden diese Schwankungen noch gefördert. Hierbei ist nicht nur an die Abnahme des Bestandsvorrats durch Fraß zu denken, sondern auch an die indirekte Förderung der Produktion durch eine Nährstoffzufuhr über den eingebrachten Rentierkot.

Im Zuge der Vegetationsaufnahmen und der Zusammenstellung der Assoziationstabelle (Tab. 13) wurde große Sorgfalt darauf verwendet, nur *Dupontia pelligera*-Bestände zu erfassen. Nur allzu leicht kann *Dupontia pelligera* mit der physiognomisch ähnlichen *Dupontia psilosantha* verwechselt werden. Demzufolge wurden die Aufnahme des **Bryo-Dupontietum pelligerae** erst gegen Ende der Vegetationsperiode angefertigt, wenn sich die Infloreszenz von *Dupontia psilosantha* im Gegensatz zu der von *Dupontia pelligera* weit öffnet, so daß dann eine Verwechslung vermieden werden kann.

Der oft geäußerte Hinweis, daß sich die beiden Arten auch standörtlich unterscheiden - *Dupontia pelligera* soll flache, kompakte Torfe und alluviale Böden einnehmen, während *Dupontia psilosantha* auf nassen, relativ mächtigen Torfen und am Rande von Salzrasen vorkommen soll (z.B. ELVEN & ELVEBAKK 1996) - kann nach den eigenen Untersuchungen in Nordwestspitzbergen in dieser restriktiven Weise nicht unterstützt werden. Beide Arten beschränken sich nämlich nicht ausschließlich auf die jeweiligen Standorte, sondern greifen vielmehr auch auf die der anderen Art über.

Tab. 13: **Bryo-Dupontietum pelligerae** Hadač (1946) 1989.

Laufende Nummer	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Interne Nummer	458	459	460	461	180	378	167	840	841
Fläche (m <sup>2</sup> )	4	4	4	4	4	1	4	4	4
Bedeckung (%)	100	100	100	100	90	50	90	100	100
Artenzahl	7	8	8	10	7	8	8	9	9
<i>Dupontia pelligera</i>	4	5	4	4	3	3	3	5	5
<i>Equisetum arvense</i> ssp. <i>boreale</i>	+	1	1	1	2	.	.	.	.
<i>Ranunculus hyperboreus</i> ssp. <i>arnellii</i>	.	.	.	.	.	1	1	+	1
<i>Cardamine pratensis</i> ssp. <i>polemonioides</i>	.	.	.	.	.	.	1	1	1
<i>Juncus biglumis</i>	.	+	+	.	.	.	.	.	.
<i>Eriophorum scheuchzeri</i>	.	.	.	.	1	.	.	.	.
<i>Arctophila fulva</i> var. <i>fulva</i>	.	.	.	.	.	.	1	.	.
<i>Bryum</i> spec.	3	2	.	.	2	2	4	2	1
<i>Bryum cryophilum</i>	.	.	2	2	.	.	.	.	2
<i>Drepanocladus revolvens</i>	3	3	2	3	4	3	3	.	3
<i>Calliergon turgescens</i>	.	.	.	3	2	2	2	3	2
<i>Tomenthypnum nitens</i>	1	2	3	3	.	.	.	.	.
<i>Campylium stellatum</i>	3	3	2	.	.	.	.	.	.
<i>Cinclidium arcticum</i>	3	2	+	.	.	.	.	.	.
<i>Calliergon richardsonii</i>	.	.	.	1	.	.	.	+	1
<i>Mnium</i> spec.	.	.	.	.	+	.	.	+	2
<i>Drepanocladus fluitans</i>	.	.	.	.	.	+	2	+	.
<i>Orthothecium chryseon</i>	.	.	.	2	.	.	.	.	.
<i>Scorpidium scorpioides</i>	.	.	.	1	.	.	.	.	.
<i>Isopterygiopsis pulchella</i>	.	.	.	+	.	.	.	.	.
<i>Aulacomnium palustre</i>	.	.	.	.	.	1	.	.	.
<i>Paludella squarrosa</i>	.	.	.	.	.	1	.	.	.
<i>Calliergon sarmentosum</i>	.	.	.	.	.	.	.	1	.

Lokalitäten: 458-461: Moräne d. Erikbreen (Liefdefj.); 180: Reinsdyrflya; 167: Lagune Kvikkåa (Liefdefj.); 378: Isthmus d. Lernerhalbinsel (Liefdefj.); 840 u. 841: Ny Ålesund (Kongsfj.).

Wie aus der Tab. 13 ersichtlich ist, sind *Dupontia pelligera* und *Drepanocladus revolvens* die beiden einzigen konstanten Arten der Assoziation. Neben diesen sind *Calliergon turgescens* und *Bryum spec.* noch schwach konstant, wobei die *Bryum*-Arten zusammen mit dem separat aufgeführten *Bryum cryophilum* auch zu den konstanten hinzuzurechnen wären.

Das **Bryo-Dupontietum pelligerae** ist in seiner Verbreitung auf die Arktis beschränkt und tritt dabei zirkumpolar auf (DIERSSEN 1996: 577). Innerhalb ihres Areals zeigt die Assoziation eine weitgehend ähnliche floristische Zusammensetzung, was aus einem Vergleich mit den Aufnahmen aus Alaska (WEBBER 1978), der westkanadischen Arktis (THANNHEISER 1976), von der Taimyr-Halbinsel in

Nordsibirien (MATVEYEVA 1994) und aus Spitzbergen (HADAČ 1946 und 1989, LID 1967, BRATTBÄKK 1985h, DUBIEL & OLECH 1990 und teilweise auch DOBBS 1939, ACOCK 1940, LUND 1979 und HJELMSTAD 1981) deutlich wird. Die Assoziation ist dem Verband **Caricion nigrae** Koch 1926 emend. Klika 1934 in der Ordnung **Caricetalia nigrae** (Koch 1926) Nordh. 1936 emend. Br.-Bl. 1949 und der Klasse **Scheuchzerio-Caricetea nigrae** (Nordh. 1936) Tx. 1937 anzuschließen.

### 6.2.5 **Caricetum stantis** Barrett & Krajina 1972

Die Aufnahmen des **Caricetum stantis** (Tab. 14) konnten auf den Lernerøyane im Liefdefjorden angefertigt werden. Die namensgebende und dominierende Sippe *Carex aquatilis* ssp. *stans* zählt zu den sehr seltenen Arten Svalbards. Der Wuchsort auf den Lernerøyane ist nicht in ELVEBAKKS (1989) Verbreitungskarte von *Carex aquatilis* ssp. *stans* vermerkt. Dementsprechend ist dieser Fundort der Karte hinzuzufügen, genauso der Artenliste aus dem Liefdefjorden von THANNHEISER (1992).

Die Assoziation ist am aufgefundenen Wuchsort nur gering entwickelt (durchschnittliche Artenzahl: 5,0). Sie bildet lediglich drei wenige Quadratmeter große und offene Bestände aus, die aus einer Verlandung kleiner Tümpel resultieren. *Carex aquatilis* ssp. *stans* wird in diesen Beständen nicht höher als 10 - 15 cm. Die Vegetationsbedeckung der nahezu ebenen Oberfläche überschreitet keine 65 % (Mittel: 62 %). Die Moosschicht ist dabei, wenn überhaupt vorhanden, recht spärlich ausgebildet (s. Tab. 14).

Die Böden der Assoziation bestehen aus schwach zersetzten Torfen mit einer geringen Mächtigkeit von unter 10 cm. Diese sind wie der schluffig-sandige Unterboden während der gesamten Vegetationsperiode naß oder wassergesättigt, was durch die geringe Auftautiefe des Permafrostes (Mitte August 1992 weniger als 30 cm) begünstigt wird.

In anderen Gebieten der Arktis ist *Carex aquatilis* ssp. *stans* sehr weit verbreitet und die dominierende Sippe einer stark vernäßten Niedermoorvegetation und von Verlandungszonen flacher Stillgewässer. Das **Caricetum stantis** kann dabei in geschlossenen Beständen mehrere Hektar große Flächen einnehmen. In solchen Beständen vermehrt sich *Carex aquatilis* ssp. *stans* überwiegend vegetativ.

Die Assoziation gedeiht optimal bei sehr hohem Grundwasserstand und geht mit einem Absinken des Grundwasserspiegels in trockenere Niedermoorgesellschaften über. Nach eigener Anschauung folgen in der westlichen kanadischen Arktis mit zunehmender Trockenheit idealtypisch eine *Carex saxatilis*-, dann eine *Carex atrofusca*- und schließlich eine *Carex membranacea*-Gesellschaft. Ein Kontakt zur *Carex saxatilis*-Gesellschaft - nur diese kommt auf Spitzbergen vor - besteht im vorliegenden Fall jedoch nicht. Das **Caricetum stantis** ist vielmehr in ein Mosaik der Schneebodenvegetation eingebettet und schließt oberhalb des **Drepanoclado-Ranunculetum hyperborei** an (s. Abb. 25).

Die Phytomasse von **Caricetum stantis** in Barrow (Alaska) beziffert WEBBER (1978) auf rund 80 - 360 g m<sup>-2</sup> für die oberirdische und etwa 800 - 1050 g m<sup>-2</sup> für die unterirdische Phytomasse. Die Umsatzrate der oberirdischen Phytomasse beträgt dabei 1 - 1,6 Jahre, die der unterirdischen Phytomasse etwa 20 - 24 Jahre. Eigene Phytomassebestimmungen in der westlichen kanadischen Arktis ergaben dagegen 227 g m<sup>-2</sup> oberirdisch und 2089 g m<sup>-2</sup> unterirdisch bei Cambridge Bay sowie 344 g m<sup>-2</sup> oberirdisch und 2747 g m<sup>-2</sup> unterirdisch an der Johansen Bay (beide Victoria Island, N.T.). Hieraus ergibt sich ein Verhältnis von oberirdisch zu unterirdisch von 1 : 9,2 bzw. 1 : 8,0. Die gering entwickelten Bestände von den Lernerøyane sind dem Augenschein nach eher in den unteren Bereich der Werte von WEBBER (a.a.O.) einzuordnen.

Das **Caricetum stantis** ersetzt in der Arktis das südlichere, vorwiegend in der borealen Zone vorkommende **Drepanoclado-Caricetum aquatilis** (Nordh. 1928) Dierßen 1982. Die Assoziation ist zirkumpolar verbreitet und weist innerhalb ihres Areals keine großen geographischen Differenzierungen auf; vgl. z.B. THANNHEISER (1976) für die westkanadische Arktis und MATVEYEVA (1994) für Nordsibirien, wo die Autorin allerdings eine artenreiche Assoziation **Meesio-Caricetum stantis** neu ausgliedert.

Die einzige konstante Art des **Caricetum stantis** ist in den eigenen Aufnahmen der gering entwickelten Bestände *Carex aquatilis ssp. stans*. (s. Tab. 14). Eine Untergliederung in Untereinheiten, wie sie z.B. THANNHEISER (1976) vorgenommen hat, ist anhand der Aufnahmen nicht möglich. Das **Caricetum stantis** kann dem Verband **Caricion lasiocarpae** Vanden Berghen ap. Lebrun et al. 1949 angeschlossen werden und untersteht demnach der Ordnung **Scheuchzerietalia palustris** Nordh. 1936 und der Klasse **Scheuchzerio-Caricetea nigrae** (Nordh. 1936) Tx. 1937.

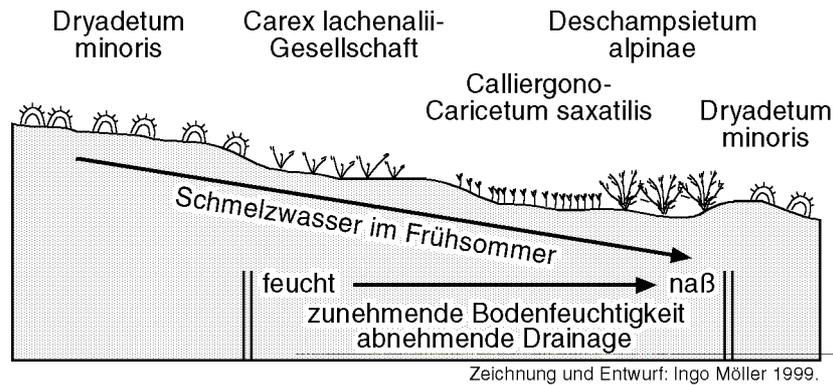
**Tab. 14: Caricetum stantis Barrett & Krajina 1972.**

Laufende Nummer	1	2	3	4	5
Interne Nummer	567	568	569	76	570
Fläche (m <sup>2</sup> )	1	1	1	1	1
Bedeckung (%)	65	60	65	60	60
Artenzahl	2	2	6	8	7
<i>Carex aquatilis ssp. stans</i>	4	4	4	4	4
<i>Dupontia pelligera</i>	+	1	.	.	.
<i>Juncus biglumis</i>	.	.	+	+	.
<i>Salix polaris</i>	.	.	.	1	1
<i>Eriophorum angustifolium ssp. triste</i>	.	.	.	.	+
<i>Saxifraga hirculus</i>	.	.	.	.	+
					.
<i>Hypnum revolutum</i>	.	.	1	1	.
<i>Polytrichum sexangulare</i>	.	.	+	1	.
<i>Orthothecium chryseon</i>	.	.	+	+	.
<i>Tomenthypnum nitens</i>	.	.	+	+	.
<i>Ptilidium ciliare</i>	.	.	.	1	.
<i>Drepanocladus revolvens</i>	.	.	.	.	2
<i>Calliergon richardsonii</i>	.	.	.	.	1
<i>Campylium stellatum</i>	.	.	.	.	1

Lokalitäten: Lernerøyane (Liefdefj.).

### 6.2.6 Calliergono-Caricetum saxatilis (Nordhagen 1928) Dierßen 1982

Die Aufnahmen des **Calliergono-Caricetum saxatilis** (Tab. 15) stammen von der Roosflya und vom Sverrefjellet, wo die Assoziation sehr feuchte bis nasse Standorte einnimmt. Die Assoziation ist typischerweise in leichten Geländemulden über flachgründigen Niedermoortorfen zu finden. DIERSSEN (1992) weist daraufhin, daß die Assoziation zusätzlich auf mineralischen Rohböden vorkommen kann. Durch die leichte Muldenlage weisen die Standorte der Assoziation eine mittlere Schneebedeckung auf und werden mittelspät aper. Zusätzlich sammelt sich in den eingetieften Standorten während des Frühsommers das Schmelzwasser, bleibt aber nicht lange als stagnierendes Oberflächenwasser stehen, sondern fließt langsam ab. Die Standorte des **Calliergono-Caricetum saxatilis** sind deshalb auch etwas trockener als die des **Caricetum stantis**. Das **Calliergono-Caricetum saxatilis** steht häufig in Kontakt mit dem **Deschampsietum alpinae**, welches in tieferen Geländepositionen nasser und länger wasserbedeckt ist (s. Abb. 26).



**Abb. 26: Schematische Vegetationsanordnung auf einer gehobenen Meeresterrasse im Sverrefjellet (Bockfjorden), etwa 35 m über dem Meer.**

In der zweischichtig ausgebildeten Assoziation erreicht *Carex saxatilis* eine Wuchshöhe von 10 - 15 cm, sehr selten bis 20 cm. Diese Wuchshöhe wird auch von der Polarweide (*Salix polaris*) nicht überschritten, die zwar konstant, aber nicht dominant vorkommt. Die Vegetationsbedeckung des **Calliergono-Caricetum saxatilis** ist mit durchschnittlich 85,5 % recht hoch (s. Tab. 15). Ganz geschlossene Bestände konnten allerdings nicht registriert werden, was wahrscheinlich durch den Einfluß des geringen Oberflächenabflusses im Frühsommer bedingt ist. Gegenüber dem **Caricetum stantis** weist die Assoziation mit durchschnittlich 17,3 Arten eine relativ hohe Artenzahl auf.

Aufgrund der Vegetationsaufnahmen kann das **Calliergono-Caricetum saxatilis** in zwei Subassoziationen untergliedert werden: Eine **Typische Subassoziation** und eine **Subassoziation von *Alopecurus borealis***, die auf etwas feuchteren Standorten vorkommt (s. Tab. 15).

Die beiden Subassoziationen haben eine Anzahl von konstanten Arten gemeinsam: *Carex saxatilis*, *Salix polaris*, *Bistorta vivipara*, *Calliergon sarmentosum*, *Orthothecium chryseon* und *Ditrichum flexicaule*. Für die Gesamtassoziation sind außerdem *Aulacomnium turgidum* und *Tomenthypnum nitens* konstant.

Als weitere konstante Arten differenzieren *Alopecurus borealis*, *Drepanocladus revolvens* und *Scorpidium scorpioides* die **Subassoziation von *Alopecurus borealis*** von der **Typischen Subassoziation**, in der sie nicht vorkommen. Die Präferenzarten *Deschampsia alpina*, *Equisetum arvense* ssp. *boreale*, *Eriophorum angustifolium* ssp. *triste* sowie *Saxifraga cernua*, *S. foliolosa* und *Hypnum pratense* unterstützen die Trennung.

Präferenzarten der **Typischen Subassoziation** sind demgegenüber *Drepanocladus uncinatus*, *Bryum spec.*, *Equisetum variegatum*, *Cinclidium arcticum* und *Bartramia ithyphylla*. Die **Typische Subassoziation** ist außerdem durchschnittlich artenärmer als die **Subassoziation von *Alopecurus borealis*** (15,0 zu 19,8 Arten) und hat eine etwas geringere Bedeckung (82 zu 89 %).

Das **Calliergono-Caricetum saxatilis** untersteht dem Verband **Caricion nigrae** Koch 1926 emend. Klika 1934 und somit der Ordnung **Caricietalia nigrae** (Koch 1926) Nordh. 1936 emend. Br.-Bl. 1949 sowie der Klasse **Scheuchzerio-Caricetea nigrae** (Nordh. 1936) Tx. 1937. Das zirkumpolare Areal von *Carex saxatilis* reicht von der borealen Zone (dort montan-alpin) bis in die Arktis. Dies läßt vermuten, daß die Assoziation ähnlich weit verbreitet ist. Auf Spitzbergen ist sie in der Mittleren Arktischen Tundrenzone anzutreffen.

Tab. 15: *Calliergono-Caricetum saxatilis* (Nordh. 1928) Dierßen 1982.

- 1: Typische Subassoziation,  
2: Subassoziation von *Alopecurus borealis*.

Laufende Nummer	1					2					Stetigk.	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
Interne Nummer	225	334	583	339	500	270	584	271	335	278		
Fläche (m²)	1	2	4	1	4	4	4	4	1	10		
Bedeckung (%)	80	80	80	75	95	90	85	90	90	90		
Artenzahl	13	15	13	17	17	17	17	19	22	23	1	2
<i>Carex saxatilis</i>	5	4	4	4	4	5	4	5	5	4	V	V
<i>Alopecurus borealis</i>	.	.	.	.	.	2	1	1	1	1	.	V
<i>Salix polaris</i>	+	2	1	2	2	1	1	1	2	2	V	V
<i>Bistorta vivipara</i>	2	2	1	1	2	1	1	1	2	1	V	V
<i>Juncus biglumis</i>	1	1	1	1	1	1	.	.	1	1	V	III
<i>Deschampsia alpina</i>	1	1	.	.	.	.	+	+	1	2	II	IV
<i>Equisetum arvense</i> ssp. boreale	2	.	.	.	.	1	+	+	1	1	I	V
<i>Eriophorum angustifolium</i> ssp. triste	.	.	.	1	1	+	1	1	.	2	II	IV
<i>Eriophorum scheuchzeri</i>	.	.	.	1	1	2	+	1	.	.	II	III
<i>Equisetum scirpoides</i>	.	1	.	.	.	.	.	.	.	+	I	I
<i>Equisetum variegatum</i>	.	.	.	1	1	.	.	.	.	.	II	.
<i>Saxifraga cernua</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	.	II
<i>Saxifraga foliolosa</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	.	II
<i>Carex rupestris</i>	.	.	.	.	2	.	.	.	.	.	I	.
<i>Cardamine pratensis</i> ssp. polemonioides	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	I	.
<i>Saxifraga oppositifolia</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	I
<i>Silene acaulis</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	I
<i>Calliergon sarmentosum</i>	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	V	V
<i>Drepanocladus revolvens</i>	.	.	.	.	.	4	3	4	3	3	.	V
<i>Scorpidium scorpioides</i>	.	.	.	.	.	+	+	+	+	+	.	V
<i>Orthothecium chryseon</i>	3	3	2	3	2	2	2	2	3	3	V	V
<i>Ditrichum flexicaule</i>	2	1	1	1	1	+	1	1	1	1	V	V
<i>Aulacomnium turgidum</i>	2	2	2	1	.	2	3	3	1	2	IV	V
<i>Tomenthypnum nitens</i>	2	.	1	2	3	1	1	2	1	2	IV	V
<i>Drepanocladus uncinatus</i>	3	3	3	1	4	.	.	1	.	+	V	II
<i>Distichium capillaceum</i>	1	1	.	.	.	.	.	.	1	1	II	II
<i>Cinclidium arcticum</i>	.	1	1	.	1	.	.	1	.	.	III	I
<i>Bryum pseudotriquetrum</i>	.	.	.	1	1	1	1	2	.	.	II	III
<i>Drepanocladus exannulatus</i>	.	.	.	2	2	3	.	.	.	4	II	II
<i>Bryum spec.</i>	.	2	2	2	.	.	.	.	2	.	III	I
<i>Bartramia ithyphylla</i>	.	.	1	1	.	.	.	.	.	.	II	.
<i>Hypnum pratense</i>	.	.	.	.	.	.	2	2	.	.	.	II

Einmalige Vorkommen mit geringer Deckung (+): 334: *Pedicularis hirsuta*; 335: *Koenigia islandica*, *Calliergon stramineum*; 278: *Ranunculus hyperboreus* ssp. *arnellii*, *Aulacomnium palustre*.

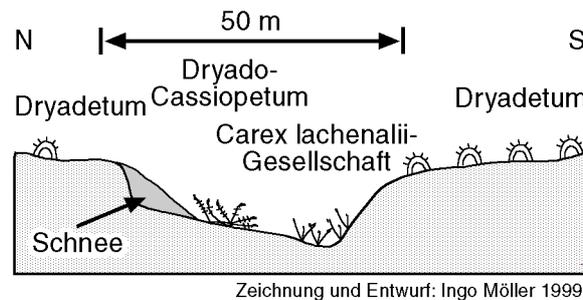
Lokalitäten: 225, 334-335, 339 u. 584: Roosflya südl. Kvislebekkene (Woodfj.); 270-271, 278, 500 u. 583: Sverrefjellet (Bockfj.).

### 6.2.7 *Carex lachenalii*-Gesellschaft

Die *Carex lachenalii*-Gesellschaft (Tab. 16) ist zweischichtig aufgebaut. In der Krautschicht dominiert die konstante und namensgebende Art, die nicht größer als 15 - 20 cm wird. Der Zwergstrauch *Salix polaris* bleibt wie im **Calliergono-Caricetum saxatilis** meist deutlich darunter. Die *Carex lachenalii*-Individuen weisen einen horstartigen Wuchs auf und schließen sich häufiger zu größeren Polstern zusammen. Die Vegetationsbedeckung beträgt 70 - 90 %, mit 83,1 % im Durchschnitt. Hiermit liegt die Gesellschaft im Bereich der vorherigen Gesellschaft. Gleiches gilt für die durchschnittliche Artenzahl von 18,4.

Die *Carex lachenalii*-Gesellschaft wurde immer in leicht eingetieften Lagen auf etwas geneigtem Gelände (2 - 3°) angetroffen. In diesen Tiefenlinien des Reliefs kann sich der winterliche Schnee gut sammeln, weshalb die Gesellschaft im Frühjahr etwas später ausapert als das **Calliergono-Caricetum**

**saxatilis**. Die Standorte der *Carex lachenalii*-Gesellschaft sind außerdem etwas wasserzügiger und damit etwas trockener als die Standorte jener Assoziation, was sich allein schon aus ihrer Hangneigung ergibt. Generell kennzeichnet eine ausgeprägte Wechselfeuchtigkeit die Standorte: Während und kurz nach der Schneeschmelze sind sie wassergesättigt oder naß. Gegen Ende der Vegetationsperiode trocknen sie dann zunehmend aus, bleiben aber in jedem Fall feucht. Ein ständiger Zufluß von Schmelzwasser aus höherliegenden Reliefpartien kann allerdings dazu führen, daß die Standorte der Gesellschaft kontinuierlich naß bleiben (s. Abb. 27, vgl. auch Abb. 26).



**Abb. 27: Schematische Vegetationsanordnung mit der *Carex lachenalii*-Gesellschaft auf der Roosflya (Woodfjorden).**

Die Gesellschaft besiedelt überwiegend sehr flachgründige Torfe über sandigen Lockersedimenten, z.B. im Bereich gehobener Meeresterrassen. Die Torfe sind im Vergleich zum **Calliergono-Caricetum saxatilis** weniger mächtig. Durch den Einfluß von oberflächlichem Rieselwasser aus der Schneeschmelze haben sie einen relativ hohen Anteil mineralischer Substanz. Aus diesen Gründen sind die Böden nicht mehr als Niedermoores, sondern als Anmoore anzusprechen. Die Gesellschaft findet sich darüber hinaus auch auf Gleyen ("Tundragleyen"), die eine geringe Akkumulation organischer Substanz aufweisen. Solche Standorte liegen meist in der Nähe von Bächen oder Seen.

In den Aufnahmen der Gesellschaft (Tab. 16) sind neben *Carex lachenalii* folgende Pflanzenarten konstant: *Bistorta vivipara*, *Equisetum arvense ssp. boreale*, *Salix polaris* sowie die Moose *Drepanocladus uncinatus*, *Hypnum revolutum*, *Drepanocladus revolvens* und *Polytrichum sexangulare*. Außerdem ist *Campylium stellatum* schwach konstant. Von diesen nehmen aber nur *Carex lachenalii* in der Krautschicht und zum Teil *Drepanocladus uncinatus* in der Moosschicht größere Flächen ein und sind dominant. Die *Carex lachenalii*-Gesellschaft zeigt in ihrer floristischen Zusammensetzung bereits deutliche Übergänge zur Schneebodenvegetation einerseits und zur Naßstellenvegetation andererseits. Zu beiden steht sie auch räumlich in Kontakt (s. Abb. 26 und Abb. 27).

Die *Carex lachenalii*-Gesellschaft ist in Nordwestspitzbergen seltener als das **Calliergono-Caricetum saxatilis**. Da *Carex lachenalii* zirkumpolar verbreitet ist und dabei in der Arktis von der Südlichen Arktischen Tundrenzone bis zur Nördlichen Arktischen Tundrenzone auftritt, ist zu vermuten, daß die Gesellschaft eine ähnlich weite Verbreitung hat wie die Art, nach Norden aber seltener wird. Infolge des unterschiedlich starken Einflusses von Schneebedeckung und Schmelzwasser ist die Gesellschaft allerdings recht offen bezüglich ihrer Artenzusammensetzung, weshalb weitere Differenzierungen zu erwarten sind. Dies deutet sich bereits im Vergleich mit dem **Ranunculo pygmaei-Caricetum lachenalii** Hadač 1989 an, welche der Autor aus der Umgebung des Isfjorden beschreibt und als typische Schneebodengesellschaft ansieht. Da *Ranunculus pygmaeus* in der hier vorgestellten *Carex lachenalii*-Gesellschaft fehlt und weitere floristische wie auch standortökologische Differenzen bestehen, wird die Gesellschaft nicht der Assoziation von HADAČ (1989) zugeordnet. In

synsystematischer Hinsicht ist die *Carex lachenalii*-Gesellschaft möglicherweise dem Verband **Caricion nigrae** Koch 1926 emend. Klika 1933 anschließbar.

**Tab. 16: Carex lachenalii-Gesellschaft.**

Laufende Nummer	1	2	3	4	5	6	7	8
Interne Nummer	233	234	274	224	119	276	275	277
Fläche (m <sup>2</sup> )	1	1	4	2	4	4	4	10
Bedeckung (%)	90	80	80	90	90	85	70	80
Artenzahl	16	16	18	19	17	16	21	24
<i>Carex lachenalii</i>	4	4	4	5	5	5	4	4
<i>Bistorta vivipara</i>	+	2	+	1	1	2	1	2
<i>Equisetum arvense</i> ssp. boreale	1	2	+	2	1	.	1	1
<i>Salix polaris</i>	2	1	.	1	2	2	2	2
<i>Ranunculus sulphureus</i>	.	+	.	+	.	1	+	1
<i>Saxifraga cernua</i>	+	+	1	.	.	.	.	.
<i>Deschampsia alpina</i>	.	.	.	.	.	1	1	1
<i>Cardamine pratensis</i> ssp. polemonoides	1	1	.	.	.	.	.	.
<i>Equisetum variegatum</i>	1	1	.	.	.	.	.	.
<i>Cerastium regelii</i>	.	.	1	1	.	.	.	.
<i>Silene acaulis</i>	.	.	+	1	.	.	.	.
<i>Cerastium arcticum</i>	.	.	.	2	1	.	.	.
<i>Oxyria digyna</i>	.	.	.	2	1	.	.	.
<i>Juncus biglumis</i>	.	.	.	.	.	.	1	+
<i>Poa alpina</i> var. <i>vivipara</i>	.	.	2	.	.	.	.	.
<i>Minuartia biflora</i>	.	.	1	.	.	.	.	.
<i>Trisetum spicatum</i>	.	.	1	.	.	.	.	.
<i>Poa arctica</i> ssp. <i>caespitans</i> var. <i>vivipara</i>	.	.	.	1	.	.	.	.
<i>Eriophorum angustifolium</i> ssp. <i>triste</i>	.	.	.	.	.	.	1	.
<i>Equisetum scirpoides</i>	.	.	.	.	.	.	.	1
<i>Poa alpina</i> var. <i>alpina</i>	.	.	.	.	.	.	.	1
<i>Drepanocladus uncinatus</i>	3	2	2	3	3	4	4	3
<i>Hypnum revolutum</i>	2	3	3	2	1	2	2	2
<i>Drepanocladus revolvens</i>	1	1	2	1	2	2	2	2
<i>Polytrichum sexangulare</i>	1	1	2	+	.	1	1	1
<i>Campylium stellatum</i>	1	.	.	2	+	2	1	2
<i>Tomenthypnum nitens</i>	.	.	.	3	3	2	2	1
<i>Bryum spec.</i>	2	3	3	.	1	.	3	.
<i>Scorpidium scorpioides</i>	+	.	+	.	.	+	+	+
<i>Orthothecium chryseon</i>	.	1	1	.	.	2	1	2
<i>Barbilophozia lycopodioides</i>	1	+	.	+	1	.	.	.
<i>Calliergon sarmentosum</i>	.	.	.	.	.	2	1	3
<i>Dicranum elongatum</i> & <i>angustum</i>	.	.	.	.	.	+	+	+
<i>Drepanocladus exannulatus</i>	.	.	.	.	.	+	+	+
<i>Anthelia juratzkana</i>	+	+	.	.	.	.	.	.
<i>Hylocomium splendens</i>	.	.	.	3	3	.	.	.
<i>Cinclidium arcticum</i>	.	.	.	+	+	.	.	.
<i>Polytrichum alpinum</i>	.	.	.	.	+	.	.	1
<i>Bryum cryophilum</i>	.	.	.	.	.	.	.	2
<i>Gymnomitrium concinnum</i>	.	.	.	.	.	.	.	1

Einmalige Vorkommen mit geringer Deckung (+): 274: *Ranunculus hyperboreus* ssp. *arnellii*, *Saxifraga nivalis*, 119: *Lophozia spec.*, 275: *Alopecurus borealis*; 277: *Cirriphyllum cirrosum*.

Lokalitäten: 233-234 u. 274-277: Sverrefjellet (Bockfj.); 224 u. 119: Roosflya nahe Roosfjellbekken (Woodfj.).

## 6.2.8 Carex parallela-Gesellschaft

Die *Carex parallela*-Gesellschaft (Tab. 17) besiedelt wie die *Carex lachenalii*-Gesellschaft leichte Muldenlagen. Die mittlere Vegetationsbedeckung der Gesellschaft ist mit 86,3 % (75 - 95 %) relativ hoch, bleibt aber lückig. Die gewöhnlich horstartig vorkommende *Carex parallela* ist die dominierende Pflanzenart der zweischichtig aufgebauten Gesellschaft.

Tab. 17: *Carex parallela*-Gesellschaft.

Laufende Nummer	1	2	3	4	5	6
Interne Nummer	345	344	343	342	250	348
Fläche (m <sup>2</sup> )	2	1	4	1	1	1
Bedeckung (%)	90	90	90	85	90	90
Artenzahl	14	16	18	20	20	22
<i>Carex parallela</i>	4	4	4	4	4	4
<i>Bistorta vivipara</i>	1	1	2	1	3	1
<i>Salix polaris</i>	2	2	2	2	2	2
<i>Equisetum arvense</i> ssp. boreale	1	1	1	1	.	.
<i>Juncus biglumis</i>	.	+	+	.	2	1
<i>Alopecurus borealis</i>	.	.	+	+	+	+
<i>Carex fuliginosa</i> ssp. misandra	+	.	.	.	2	1
<i>Equisetum scirpoides</i>	+	.	.	.	1	+
<i>Eriophorum scheuchzeri</i>	.	1	+	.	.	.
<i>Pedicularis hirsuta</i>	.	+	.	+	.	.
<i>Equisetum variegatum</i>	.	.	+	1	.	.
<i>Draba lactea</i>	.	.	+	+	.	.
<i>Saxifraga oppositifolia</i>	.	.	+	+	.	.
<i>Dryas octopetala</i>	.	.	.	.	2	1
<i>Poa alpina</i> var. vivipara	+	.	.	.	.	.
<i>Poa arctica</i> ssp. caespitans	+	.	.	.	.	.
<i>Stellaria longipes</i>	+	.	.	.	.	.
<i>Cardamine pratensis</i> ssp. polemonoides	.	+	.	.	.	.
<i>Eutrema edwardsii</i>	.	+	.	.	.	.
<i>Oxyria digyna</i>	.	.	+	.	.	.
<i>Draba oxycarpa</i>	.	.	+	.	.	.
<i>Minuartia rossii</i>	.	.	.	+	.	.
<i>Eriophorum angustifolium</i> ssp. triste	.	.	.	.	2	.
<i>Saxifraga foliolosa</i>	.	.	.	.	.	+
<i>Silene uralensis</i> ssp. arctica	.	.	.	.	.	+
<i>Deschampsia alpina</i>	.	.	.	.	.	+
<i>Tomenthypnum nitens</i>	3	3	3	3	2	2
<i>Orthothecium chryseon</i>	2	2	2	1	1	2
<i>Distichium capillaceum</i>	+	1	.	1	2	2
<i>Campylium stellatum</i>	1	.	2	2	2	1
<i>Bryum spec.</i>	2	2	.	2	.	2
<i>Ditrichum flexicaule</i>	.	+	1	1	.	+
<i>Calliergon turgescens</i>	.	1	.	1	+	+
<i>Drepanocladus revolvens</i>	.	.	2	2	2	2
<i>Bryum pseudotriquetrum</i>	.	.	1	1	+	1
<i>Cinclidium stygium</i>	.	1	.	1	.	.
<i>Mnium pseudopunctatum</i>	.	.	.	.	2	1
<i>Aulacomnium palustre</i>	.	.	.	.	2	+
<i>Dicranum spec.</i>	.	.	.	.	1	.
<i>Oncophorus virens</i>	.	.	.	.	+	.

Lokalitäten: 342-345: Roosflya südl. Kvislebakkene (Woodf.);  
348: S-Sjøvernbukta (Bockf.); 250: Sverrefjellet (Bockf.).

Die *Carex parallela*-Gesellschaft hat höchstwahrscheinlich eine wenig mächtigere Schneebedeckung als die *Carex lachenalii*-Gesellschaft, weshalb sie im Frühjahr auch geringfügig später ausapert. Die Standorte sind gleichfalls wechselfeucht und werden vom Oberflächenwasser aus der Schneeschmelze beeinflusst. Allerdings trocknen sie etwas schneller und etwas mehr ab als die der *Carex lachenalii*-Gesellschaft. Die Torfhorizonte sind vergleichbar geringmächtig und ebenfalls stark mit mineralischen Komponenten durchsetzt. Die Böden sind demzufolge Anmoore; seltener aber auch Gleye ohne nennenswerte Akkumulation einer organischen Auflage. Zum Teil zeigt sich eine Büldenbildung. Insgesamt besitzt die Gesellschaft eine etwas größere standörtliche Variabilität als die *Carex lachenalii*-Gesellschaft und ist zugleich schwerpunktmäßig über etwas kalkreicherem Untergrund anzutreffen. Auch in dieser Gesellschaft bestehen deutliche Beziehungen zur Schneebodenvegetation und zur Naßstellenvegetation.

In der Gesellschaft sind *Carex parallela*, *Bistorta vivipara*, *Salix polaris* sowie *Tomenthypnum nitens*, *Orthothecium chryseon*, *Campylium stellatum* und *Distichium capillaceum* konstant. Dominant ist aber lediglich *Carex parallela* (s. Tab. 17). Bei einem Vergleich mit der *Carex lachenalii*-Gesellschaft fällt auf, daß die floristische Differenz zwischen beiden in der Mooschicht größer ist als in der Krautschicht.

Zur synsystematischen Einordnung der Gesellschaft wird dem Vorschlag von DIERSSEN (1996) gefolgt, wonach die Gesellschaft als Basalgesellschaft dem Verband **Caricion atrofusco-saxatilis** Nordh. 1943, in der Ordnung **Caricetalia davallianae** Br.-Bl. 1949 und der Klasse **Scheuchzerio-Caricetea nigrae** (Nordh. 1936) Tx. 1937 untersteht.

Die amphi-atlantische *Carex parallela*, wie auch ihre Gesellschaft, ist im Fjordbereich Nord- und Westspitzbergens nicht ganz so weit verbreitet und seltener als *Carex saxatilis* bzw. das **Calliergono-Caricetum saxatilis**. Auch gegenüber der *Carex lachenalii*-Gesellschaft ist die *Carex parallela*-Gesellschaft weniger verbreitet und seltener. Sie bleibt auf die Innere Arktische Fjordzone und die Mittlere Arktische Tundrenzone beschränkt.

## 6.2.9 Weitere Gesellschaften

### 6.2.9.1 *Eriophorum angustifolium* ssp. *triste*-Gesellschaft

Die *Eriophorum angustifolium* ssp. *triste*-Gesellschaft (Tab. 18) ist floristisch nur schwach gekennzeichnet und weist sowohl bei den Kryptogamen als auch bei den Phanerogamen eine hohe Varianz auf. Stellvertretend sind hier fünf Aufnahmen aus der Sjøvernbukta (Bockfjorden) wiedergegeben. Die Aufnahmen sind zwar durchaus homogen; dies darf aber auf keinen Fall großräumig übertragen werden.

Die insgesamt offene Gesellschaft erreicht mit einer Bedeckung von 81 % einen recht hohen Wert, bleibt aber lückig. Sie existiert zumeist auf annähernd ebenem Gelände, ist aber auch an Hängen zu finden (beispielsweise der Bestand der Aufnahme 350 mit einer Hangneigung von 15° bei nord-östlicher Exposition).

Die Gesellschaft besiedelt wenig kompakte Niedermoortorfe, die im Frühjahr naß und teilweise von stagnierendem Oberflächenwasser überstaut sind, zum Spätsommer aber oberflächlich abtrocknen. Eine Blütenbildung ist des öfteren festzustellen.

Von den Arten in der Tab. 18 sind sieben konstant: *Eriophorum angustifolium* ssp. *triste*, *Salix polaris*, *Bistorta vivipara*, *Juncus biglumis*, *Drepanocladus revolvens*, *Campylium stellatum* und *Distichium capillaceum*. *Eriophorum angustifolium* ssp. *triste* ist bei einer durchschnittlichen Artenzahl von 19,4 jedoch die einzig dominierende Sippe der Gesellschaft.

Die *Eriophorum angustifolium* ssp. *triste*-Gesellschaft findet sich in Spitzbergen nur in der Inneren Arktischen Tundrenzone. Außerhalb Spitzbergens ist sie aber zirkumpolar verbreitet. Aufgrund der hohen floristischen Unterschiede zwischen den Beständen der Gesellschaft wird sie als Basalgesellschaft der Klasse **Scheuchzerio-Caricetea** (Nordh. 1936) Tx. 1937 aufgefaßt.

**Tab. 18: Eriophorum angustifolium ssp. triste-Gesellschaft.**

Laufende Nummer	1	2	3	4	5
Interne Nummer	353	510	352	351	350
Fläche (m <sup>2</sup> )	4	4	4	4	4
Bedeckung (%)	75	80	80	80	90
Artenzahl	16	18	20	20	23
Eriophorum angustifolium ssp. triste	4	4	4	4	4
Salix polaris	2	2	2	2	3
Bistorta vivipara	+	1	2	2	2
Juncus biglumis	1	1	1	1	1
Equisetum arvense ssp. boreale	+	+	1	1	.
Deschampsia alpina	1	1	1	.	+
Ranunculus sulphureus	.	1	1	+	+
Carex fuliginosa ssp. misandra	1	1	1	.	.
Saxifraga foliolosa	+	+	+	.	.
Saxifraga cernua	.	+	+	.	.
Stellaria longipes	.	+	+	.	.
Saxifraga oppositifolia	.	.	.	1	1
Cardamine pratensis ssp. polemonoides	.	.	.	+	+
Eutrema edwardsii	.	.	.	+	+
Draba lactea	.	.	.	.	+
Equisetum scirpoides	.	.	.	.	+
Drepanocladus revolvens	2	2	2	2	2
Campylium stellatum	2	1	1	2	2
Distichium capillaceum	2	1	2	2	1
Polytrichum sexangulare	1	1	+	+	.
Bryum spec.	3	3	3	.	+
Aulacomnium turgidum	1	+	+	.	2
Drepanocladus exannulatus	+	1	1	.	.
Bryum pseudotriquetrum	1	.	.	1	3
Orthothecium chryseon	.	.	1	2	3
Mnium spec.	.	.	1	1	2
Tomenthypnum nitens	.	.	.	3	3
Cinclidium arcticum	.	.	.	+	2
Hylocomium splendens	.	.	.	1	1
Polytrichum alpinum	.	.	.	+	+

Lokalitäten: S-Sjøverbukta (Bockfj.).

### 6.2.9.2 Carex maritima-Gesellschaft

Nahe der warmen Quellen Trollkjeldene im Bockfjorden konnten drei Aufnahmen der *Carex maritima*-Gesellschaft angefertigt werden (Tab. 19), die in Nordwestspitzbergen wie in Spitzbergen insgesamt selten ist. Die 30 bzw. 50 m über dem Meer gelegenen Aufnahmestellen befinden sich innerhalb "ruhiger" Bereiche von Schwemmfächern aus sandig-kiesigem Lockermaterial vulkanischen Ursprungs. Sie sind 5° geneigt und nach Osten exponiert.

Die dichten, niedrigwüchsigen *Carex maritima*-Bestände nehmen nur kleine Flächen ein und erscheinen als kleine, aber konsolidierte Grasflächen oder -polster, die sich über ein Pionierstadium hinaus entwickelt haben. Die Böden unter der artenarmen *Carex maritima*-Gesellschaft sind äußerst geringmächtige Anmoore (< 5 cm Aa-Horizont über vergleytem Unterboden), die im Laufe der Vegetationsperiode von einem nassen, wassergesättigten Zustand immer mehr abtrocknen, aber feucht bleiben.

*Carex maritima*-Gesellschaften sind in syntaxonomischer Hinsicht nicht leicht einzuordnen wie die Studie über *Carex maritima* von DIERSSEN (1977) belegt. Der Autor macht allerdings zwei Gruppen von Gesellschaften aus: Eine in Dünentälern und Salzmarschen, die andere im Verbund mit Niedermoorgesellschaften. Die vorliegenden Aufnahmen sind zur zweiten Gruppe zu stellen, so daß

auch der Einordnung der Gesellschaft in den Verband **Caricion atrofusco-saxatilis** Nordh. 1943 gefolgt wird (Ordnung **Caricetalia davallianae** Br.-Bl. 1949, Klasse **Scheuchzerio-Caricetea nigrae** (Nordh. 1936) Tx. 1937). Aufgrund floristischer Differenzen wird die Gesellschaft jedoch nicht der Assoziation **Carici maritimae-Juncetum balitici** Vanden Berghen 1969 angeschlossen.

**Tab. 19: Carex maritima-Gesellschaft**

Laufende Nummer	1	2	3
Feldbuchnummer	301	297	296
Fläche (m <sup>2</sup> )	4	1	1
Bedeckung (%)	80	90	95
Carex maritima	5	4	4
Salix polaris	2	2	2
Festuca rubra ssp. arctica	1	1	1
Equisetum arvense ssp. boreale	1	+	1
Bistorta vivipara	.	2	2
Euphrasia frigida	.	.	+
Distichium capillaceum	2	3	3
Bryum spec.	1	1	3
Campylium stellatum/polygamum	1	1	1
Orthothecium chryseon	1	1	.
Blepharostoma trichophyllum	+	.	.
Leptobryum pyriforme	.	.	+

Lokalitäten: Trollkjeldene (Bockfj.).

*Carex maritima* hat einen Verbreitungsschwerpunkt in der borealen und arktischen Zone der Holarktis, wobei sie dort zirkumpolar verbreitet, aber nicht häufig ist. Daneben kommt sie auch in weit auseinanderliegenden Teilarealen vor, selbst auf der Südhalbkugel (DIERSSEN 1977). Innerhalb der Holarktis ist die *Carex maritima*-Gesellschaft sicherlich ähnlich weit verbreitet wie die Art. In ihrem arktischen Vorkommen beschränkt sie sich dabei nicht nur auf den Verbund mit Niedermoorgesellschaften wie in den Aufnahmen der Tab. 19 (erster Verbund im o.g. Sinne), sondern ist auch in Strandnähe auf Dünen zu finden (zweiter Verbund im o.g. Sinne), was eigene Beobachtungen an der Südküste der Johansen Bay (Victoria Island, N.T., Kanada) zeigen. Davon berichtet auch BRATTBÄKK (1979), der die Gesellschaft nicht nur in Strandnähe auf der Blomstrandhalvøya im Kongsfjorden gefunden hat, sondern ebenfalls Aufnahmen von der gleichen Lokalität im Bockfjorden wiedergibt. Eine weitere Beschreibung einer *Carex maritima*-Gesellschaft stammt von SCHOLANDER (1934) aus dem Murchisonfjorden (Nordaustlandet), wo eine artenarme Gesellschaft im eutrophierten Bereich unterhalb eines Vogelfelsens (Floraberget) etabliert ist.

### 6.2.9.3 Carex capillaris-Gesellschaft

Mit der *Carex capillaris*-Gesellschaft soll abschließend noch eine Gesellschaft erwähnt werden, die auf Spitzbergen nur nahe der warmen Quellen Trollkjeldene im Bockfjorden vorkommt. Leider bestand während der Feldarbeit nicht genügend Zeit, um ausreichend Moosproben zu sammeln. Insofern wurde für die Vegetationstabelle ganz auf die Kryptogamen verzichtet, sie bleibt daher leider fragmentarisch (Tab. 20).

Alle Wuchsorte der *Carex capillaris*-Gesellschaft befinden sich auf postglazial gehobenen Meeresterrassen und sind 3 - 5° geneigt. Während die Lokalitäten der Aufnahmen 2 - 4 etwa 10 m über dem Meer liegen und eine südöstliche Exposition aufweisen, ist die Aufnahme 1 an einem Bestand mit südlicher Exposition und 35 m über dem Meer angefertigt worden.

Die Gesellschaft hat eine Bedeckung von 70 - 85 %. Sie ist über kalkhaltigem Untergrund auf äußerst flachgründigen Anmoorböden mit ausgeprägten Übergängen zu Gleyen vorhanden. Während der Schneeschmelze sind die Standorte zwar vom Oberflächenabfluß beeinflusst, trocknen aber im Laufe der Vegetationsperiode ab. Hiervon zeugen Alkaliausscheidungen an der Bodenoberfläche.

**Tab. 20: Carex capillaris-Gesellschaft.**

Laufende Nummer	1	2	3	4
Interne Nummer	302	300	298	299
Fläche (m <sup>2</sup> )	1	1	1	4
Bedeckung (%)	70	85	80	80
Carex capillaris	4	4	4	4
Salix polaris	2	2	2	2
Festuca rubra ssp. arctica	2	1	2	1
Bistorta vivipara	.	1	2	2
Saxifraga oppositifolia	.	+	1	1
Carex maritima	2	2	.	.
Silene acaulis	.	.	2	1
Equisetum arvense ssp. boreale	.	.	1	1

Lokalitäten: 298-300 u. 302: Trollkjeldene (Bockfj.).

Die *Carex capillaris*-Gesellschaft läßt sich wie die *Carex maritima*-Gesellschaft dem Verband **Caricion atrofusco-saxatilis** Nordh.43 zuordnen. Für eine exakte Diagnose fehlen jedoch die Kryptogamen in den Vegetationsaufnahmen zur Gesellschaft.

### 6.2.10 Zusammenfassung Wasser- und Moorvegetation

Die Gesellschaften der Wasser- und Moorvegetation nehmen im Untersuchungsgebiet meist nur wenige Quadratmeter große Flächen ein, die bei großräumiger Betrachtung inselartig in die Umgebung eingebettet sind. Die Wasser- und die Moorvegetation stehen häufig in direktem räumlichen Kontakt mit der Naßstellenvegetation und der Schneebodenvegetation. Teilweise bestehen auch mosaikähnliche Verzahnungen mit den Zwergstrauchheiden.

Bereits die grundlegenden morphologischen Gegebenheiten lassen es nicht zu, daß sich die Moorvegetation in Nordwestspitzbergen flächenmäßig so weit ausdehnt wie z.B. in der westlichen kanadischen Arktis oder in Sibirien, wo sie sich über mehrere Hektar ausbreiten kann. Das **Bryo-Dupontietum pelligerae** ist von den dargestellten Pflanzengemeinschaften flächenmäßig am bedeutendsten. Die *Carex*-Moore, immerhin mit sechs Phytozönosen vertreten, sind dagegen weit weniger verbreitet, was - wiederum im Vergleich zur übrigen arktischen Tundra - durchaus bemerkenswert ist.

Als gemeinsame Standortfaktoren der Gesellschaften müssen neben der ohnehin kurzen Vegetationsperiode vor allem die langandauernde Wassersättigung der Böden und die auch dadurch bedingt niedrigen Temperaturen während der Vegetationszeit herausgestellt werden. Eine langsame oberflächliche Abtrocknung der Substrate findet erst mit dem Auftauen und Tieferlegen des Permafrostes zum Spätsommer und/oder dem Versiegen des Schmelzwasserzuflusses statt. Die vorgestellte Differenzierung der Gesellschaften folgt dabei - mit Ausnahme der *Eriophorum angustifolium* ssp. *triste*-Gesellschaft, die diesbezüglich eine große standörtliche Amplitude aufweist - einer zunehmenden Abtrocknung oder anders ausgedrückt einer zunehmenden Wechselfeuchte.

Die Phytozönosen der Wasser- und Moorvegetation sind noch einmal in einer Stetigkeitstabelle zusammengestellt, da diese einen besseren Überblick ermöglicht (Tab. A1, im Anhang)<sup>33</sup>. Anhand der

<sup>33</sup> Auf die *Carex maritima*- und die *Carex capillaris*-Gesellschaft wurde in der Tabelle verzichtet, da das vorliegende Material nicht ausreichend ist.

Stetigkeitstabelle lassen sich außerdem die floristischen Gemeinsamkeiten der Pflanzengesellschaften und die Differenzen zwischen ihnen einfach bestimmen. Die Differenzierung der schwach gekennzeichneten Gesellschaften kann, wie im folgenden gezeigt, gut über die Präferenzarten geschehen.

Eine sehr geringe Kennzeichnung liegt bei den Assoziationen **Arctophiletum fluvae**, **Caricetum stantis** und **Bryo-Dupontietum pelligerae** vor. Bei diesen sind die bezeichnenden und konstanten Phanerogamen zugleich die einzigen Präferenzarten gegenüber den anderen Gesellschaften der Wasser- und Moorvegetation.

Von den drei konstanten Arten der *Pleuropogon sabinei*-Gesellschaft stellen *Pleuropogon sabinei* und das Moos *Cinclidium arcticum* zugleich Präferenzarten dar (die dritte Konstante ist *Drepanocladus revolvens*). Weitere Präferenzarten der Gesellschaft sind *Cardamine pratensis* ssp. *polemonioides* und *Calliergon giganteum*, die beide häufig vorkommen (Stetigkeit IV).

Bei der Assoziation **Drepanoclado-Ranunculetum hyperborei**, die nur sehr kleinflächige Bestände ausbildet, ist von den drei konstanten Arten *Ranunculus hyperboreus* ssp. *arnellii*, *Calliergon sarmenosum* und *Drepanocladus exannulatus* keine zugleich Präferenzart. Präferenzarten sind dagegen die mehrfach vorkommenden *Phippsia algida* und *Bryum pallescens* (Stetigkeit II). Die Assoziation ist demnach befriedigend charakterisiert, aber nur schwach gegenüber den anderen Phytozönosen differenziert.

Dies gilt auch für das **Calliergono-Caricetum saxatilis** und die *Eriophorum angustifolium* ssp. *triste*-Gesellschaft, die zwar über eine größere Anzahl konstanter Arten verfügen (8 bzw. 7, s. Kap. 6.2.6 und 6.2.9.1), aber wenige Präferenzarten aufweisen. Beim **Calliergono-Caricetum saxatilis** ist dies die konstante *Carex saxatilis*, bei der *Eriophorum angustifolium* ssp. *triste*-Gesellschaft die verbreitete *Saxifraga foliolosa* (Stetigkeit III).

Die *Carex lachenalii*- und die *Carex parallela*-Gesellschaft besitzen eine ebenso große Zahl konstanter Arten (8 bzw. 7, s. Kap. 6.2.7 und 6.2.8), wovon aber nur die bezeichnenden Arten auch Präferenzarten sind. Daneben existieren jeweils zusätzliche Präferenzarten, die die Gesellschaften gut differenzieren: Bei der *Carex lachenalii*-Gesellschaft *Barbilophozia lycopodioides* als verbreitete, *Silene acaulis*, *Cerastium arcticum*, *Anthelia juratzkana* und *Dicranum elongatum & angustum* als mehrfach vorkommende Präferenzarten; in der *Carex parallela*-Gesellschaft *Equisetum arvense* ssp. *boreale* als verbreitete sowie *Pedicularis hirsuta*, *Dryas octopetala*, *Mnium pseudopunctatum* und *Cinclidium stygium* als mehrfach vorkommende Präferenzarten.

Die beiden Vegetationstypen Wasser- und Moorvegetation sind in Nordwestspitzbergen wie im übrigen Svalbard bisher nur wenig bearbeitet worden und bedürfen stärkerer Beachtung. Vor allem für die Moorvegetation sind dabei noch weitere Differenzierungen zu erwarten. Insofern mögen die hier vorgenommenen Gesellschaftsuntersuchungen einen Anstoß in diese Richtung geben, zumal in südlicheren Breiten gerade die Moorvegetation seit langem eine beliebtes Untersuchungsobjekt und ein chorologischer Vergleich bislang nur unzureichend und unvollständig möglich ist.

### 6.3 Naßstellenvegetation

Die Phytozönosen der Naßstellenvegetation nehmen Standorte ein, deren Böden eine langanhaltende Wassersättigung aufweisen. Durch die Zufuhr von Quellwasser oder Rieselwasser aus der Schneeschmelze bei zugleich ungenügender Drainage bleiben die Standorte der Naßstellenvegetation

während der gesamten Vegetationsperiode sehr feucht bis naß. Eine oberflächliche Abtrocknung erfolgt erst mit dem Abtauen und Tieferlegen des Permafrostes, wobei zunächst zwar zusätzliches Wasser freigesetzt wird, später aber ein Versickern von Oberflächenwasser überhaupt erst möglich wird. Im Gegensatz zur Flachmoorvegetation kommt es bei der Naßstellenvegetation zu keiner Torfbildung.

Durch die kontinuierlich hohe Feuchte und die geringe Wärmeleitfähigkeit des Wassers sind die Standorte durch niedrige Bodentemperaturen gekennzeichnet (kaltstenotherme Standorte). Im Zusammenwirken mit der winterlichen Schneebedeckung stehen den Gesellschaften der Naßstellenvegetation nur kurze Entwicklungszeiträume zur Verfügung. Doch auch während der Aperatur begrenzen die niedrigen Temperaturen die Produktivität und limitieren die Vegetationsverteilung (s.a. Kap. 4.1.1).

Typische Standorte der Naßstellenvegetation finden sich in Talsohlen, Senken und an schwach geneigten Hängen. Die Naßstellenvegetation vermag sich dort vor allem an Bachrändern und auf sandigen und lehmigen Schwemmfächern, über die sich eine größere Rieselwassermenge verteilt, durchzusetzen und gegenüber konkurrierenden Vegetationstypen zu halten.

Die Naßstellenvegetation nimmt teilweise nur wenige Quadratmeter große Flächen ein, kann aber auch großflächig auftreten. In solchen Fällen bildet sie oft linienhafte Elemente in der Landschaft aus, die die Areale der angrenzenden Vegetationstypen durchschneiden. Ein Kontakt besteht häufig zur Schneebodenvegetation, aber auch zur Moorvegetation.

### 6.3.1 Calliergono-Bryetum cryophili Hofmann 1968

Das **Calliergono-Bryetum cryophili** (Tab. 21) existiert entlang von Bächen und Sickerwasserrinnen von Schneefeldern. Durch die schwellenden, roten Polster von *Bryum cryophilum* ist die Assoziation sehr auffallend und oft bereits von weitem auszumachen (s. Abb. 28).



Abb. 28: Das Calliergono-Bryetum cryophili im Liefdefjorden.

Die Assoziation ist nur selten großflächig ausgebildet, da einzelne Moospolster immer wieder von anderen Gesellschaften wie z.B. dem **Tomenthypnetum involuti** begrenzt werden, so daß kleinräumige Gesellschaftsmosaik entstehen.

Die Assoziation ist mit einer ausgeprägten Mooschicht einschichtig aufgebaut. Die Mooschicht des **Calliergono-Bryetum cryophili** ist allerdings nur äußerst selten geschlossen. Die Gesamtbedeckung liegt zwischen 65 und 95 %, mit durchschnittlich 77,8 %. Zwischen einzelnen Moospolstern befinden sich immer wieder offene Stellen, die zumindest im Frühsommer während der Schneeschmelze von kleinen und kleinsten Rinnsalen durchzogen werden. An solchen offenen Stellen können auch weitere Moose neben dem einzig konstanten *Bryum cryophilum* co-dominant werden: *Bryum wrightii* und *Bryum pallescens*. Gefäßpflanzenarten können sich in den artenarmen Beständen gegenüber den Moosen kaum durchsetzen; wenn doch, dann durchdringen sie nur selten den Mooskörper an sich, sondern nehmen eher die offenen Lücken zwischen einzelnen Polstern ein.

Nach PHILIPPI (1973) existiert die Assoziation auf basenreichen Substraten optimal. Die Phytomasse von Beständen aus dem Liefdefjorden beträgt durchschnittlich 1468 g m<sup>-2</sup>. Hiervon entfallen 85 g auf die Phanerogamen und 1383 g auf die Kryptogamen. Dies entspricht einem Verhältnis von 1 : 16,3 und unterstreicht noch einmal deutlich die Bedeutung der Moose für den Charakter der Assoziation. An der Eidembukta erreichte der durchschnittliche Bestandsvorrat mit 1351 g m<sup>-2</sup> einen vergleichbar hohen Wert, bei einem etwas engerem Verhältnis von Phanerogamen zu Kryptogamen von 1 : 13.

In Svalbard wurde das **Calliergono-Bryetum cryophili** bereits mehrfach von verschiedenen Autoren beschrieben; ausführlich von HOFMANN (1968) und PHILIPPI (1973). Die Assoziation reicht in Svalbard bis in die Nördliche Arktische Tundrenzzone. Nach HOFMANN (a.a.O.) kommt sie in fragmentarischer Ausbildung sogar auf der Kvitøya in der Arktischen Polarwüstenzone vor.

Tab. 21: **Calliergono-Bryetum cryophili Hofm. 1968.**

Laufende Nummer	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Interne Nummer	48	530	27	397	696	698	687	697	686
Fläche (m <sup>2</sup> )	1	1	1	1	1	1	4	4	4
Bedeckung (%)	80	90	90	85	80	70	65	70	70
Artenzahl	2	4	7	6	6	9	10	9	11
Saxifraga cernua	.	.	.	.	+	+	+	+	+
Cochlearia groenlandica	.	.	.	.	1	+	+	.	+
Oxyria digyna	.	.	.	.	.	+	1	2	+
Poa alpina var. alpina	.	.	.	.	.	+	+	1	+
Cerastium regelii	.	.	.	.	.	+	+	+	+
Bistorta vivipara	.	.	.	.	.	+	.	+	.
Saxifraga oppositifolia	.	.	.	.	.	.	+	.	+
Sagina nivalis	.	.	.	.	.	.	.	+	+
Saxifraga cespitosa	.	.	.	.	.	.	+	.	.
Ranunculus pygmaeus	.	.	.	.	.	.	.	.	+
Bryum cryophilum	5	5	5	4	5	4	4	4	4
Calliergon richardsonii	.	+	.	.	+	+	+	+	+
Calliergon sarmentosum	2	2	2	+	.	.	.	.	.
Drepanocladus revolvens	.	1	+	.	1	.	.	.	2
Bryum wrightii & pallescens	.	.	.	.	5	4	1	4	.
Drepanocladus uncinatus	.	.	1	2	.	.	.	.	.
Bryum pseudotriquetrum	.	.	1	1	.	.	.	.	.
Philonotis tomentella	.	.	2	.	.	.	.	.	.
Pohlia spec.	.	.	1	.	.	.	.	.	.
Polytrichum alpinum	.	.	.	2	.	.	.	.	.
Cinclidium latifolium	.	.	.	+	.	.	.	.	.

Lokalitäten: 48: Isthmus d. Lernerhalbinsel (Liefdefj.); 26-27: Kvikkåa (Liefdefj.); 397 u. 530: östl. Lernerøyane (Liefdefj.); 686-687, 696-698: Eidembukta (Forlandsund.).

Eine Untergliederung in Subassoziationen wie sie PHILIPPI (a.a.O.) anhand von Beständen aus dem Gebiet des Freemansundet vornimmt, ist mit den eigenen Aufnahmen aus Nordwestspitzbergen nicht möglich. Dennoch zeigt sich der unterschiedliche Einfluß des Wassers, der für die Untergliederung von PHILIPPI (a.a.O.) verantwortlich ist, auch in den Aufnahmen der Tab. 21, die nach abnehmendem Nässegrad geordnet ist. In der Tabelle deutet sich nämlich eine Tendenz zur Unterscheidung von nassen, dichten und ausschließlich aus Moosen bestehenden Beständen gegenüber etwas trockeneren und offeneren Beständen mit Phanerogamen an.

Die Assoziation ist in syntaxonomischer Hinsicht den kaltstenothermen Quellfluren zuzuordnen und untersteht innerhalb der Klasse **Montio-Cardaminetea** Br.-Bl. & Tx. 1944 ex Klika & Hadač 1944 der Ordnung **Montio-Cardaminetalia amarae** (Br.-Bl. 1925) Pawlowski, Sokolowski & Wallish 1928 und dem Verband **Cardamino-Montion** Br.-Bl. 1926.

### 6.3.2 **Tomenthypnetum involuti** Hadač 1946

Das **Tomenthypnetum involuti** (Tab. 22) nimmt gegenüber dem **Calliergono-Bryetum cryophili** auch große, viele Quadratmeter umfassende Flächen ein. Die floristische Zusammensetzung kann sich dabei durch Unterschiede im Mikrorelief bereits auf kleinstem Raum ändern. Das **Tomenthypnetum involuti** ist also nur selten homogen. Es bestehen große strukturelle, aber auch standortökologische Differenzen zwischen Ausbildungen mit einer mächtigen, fast geschlossenen *Tomenthypnum nitens*-Decke (s.a. PHILIPPI 1973) und Ausbildungen mit einer geringen, offenen *Tomenthypnum nitens*-Decke (s. HADAČ 1946). *Tomenthypnum nitens* findet sich auch häufiger in anderen Vegetationstypen wie z.B. den Zwergstrauchheiden. Dort wird das Moos jedoch nie zur dominierenden und gesellschaftsprägenden Art. Aufgrund der breiten Amplitude des **Tomenthypnetum involuti** werden hier deshalb nur solche Bestände in der Assoziation vereint, die eine sehr stark entwickelte Bryophyten-schicht besitzen und in denen die Phanerogamen keine Dominanz erlangen, sondern höchstens mit Deckungswerten von 2 vorkommen. Die Gesellschaft hinterläßt in diesen Fällen den Eindruck, als wenn Phanerogamen nur dort existieren können, wo die Mooschicht nicht dicht geschlossen ist.

Die Assoziation besiedelt Talrandlagen, flache Senken oder schwach geneigte Hänge, deren winterliche Schneebedeckung mehr als mittelmächtig ist und die im Frühsommer aus höherliegenden Reliefpartien einen Schmelzwasserzufluß erhalten. Dabei unterliegen die Standorte aber keiner großen Erosion oder Denudation, was durch die Mooschicht selbst verhindert bzw. begrenzt wird. Auf Meeresebene bilden sich die größten Flächen aus. Mit zunehmender Höhe über dem Meer werden sie immer lückiger, bis sie ab etwa 200 m nicht mehr geschlossen erscheinen und ab ca. 300 m über dem Meer ganz zurücktreten.

Die Standorte des **Tomenthypnetum involuti** unterliegen einer periodischen Wechselfeuchtigkeit. Zu Beginn der Vegetationsperiode sind sie durch einen hochanstehenden Permafrost stauwasserbeeinflusst oder auf ebenen Flächen sogar leicht überstaut. Die ungenügende oder fehlende Drainage der Standorte verbessert sich erst mit dem Abschmelzen und Tieferlegen des Permafrostes. Da die mehr oder weniger geschlossene Mooschicht eine isolierende und damit erhaltende Wirkung auf den Permafrost hat, vollzieht sich dessen Abschmelzen nur langsam. Das Abtrocknen der Böden verzögert sich dementsprechend, so daß sie lange naß bleiben und erst gegen Ende der Vegetationsperiode oberflächlich abtrocknen. Die Bestände bleiben jedoch durchweg feucht, da die Mooschicht verdunstungsmindernd wirkt und die geringen Sommerniederschläge zudem gut zu speichern vermag. Das Permafrostniveau liegt nach eigenen Grabungen selbst im Spätsommer meist um die 30 cm, maximal bei 50 cm unter der Geländeoberfläche. HADAČ (1946) berichtet allerdings auch von 1 m sommerlicher Auftautiefe.

Als charakteristischer Bodentyp kann ein mäßig entwickelter Regosol mit einer Durchwurzelungstiefe von 30 cm angesehen werden. Der Oberboden wird von einer Humusaufgabe bedeckt, deren jeweilige Horizontmächtigkeiten wie auch die Gesamtmächtigkeit stark schwanken. Ein Of-Hrizont ist jedoch immer deutlich ausgebildet. Die Assoziation hat durch einen Basenreichtum des Substrats (vgl. HOFMANN 1968 und PHILIPPI 1973) eine günstige Nährstoffversorgung und scheint bezüglich der Bodenreaktion - trotz einiger Schwankungen bzw. Toleranzen - im zirkumneutralen Bereich ein gewisses Optimum zu haben, wie die folgende kleine Aufzählung verdeutlicht: BRATTBÄKK (1985h) berichtet von kalkhaltigen, PHILIPPI (1973) von kalkarmen Substraten; HADAČ (1946) teilt pH-Werte von 6,0 bis 6,9 mit; WOLLESEN (1998) pH-Werte von 7,2; eigene Messungen im Oberboden ergaben im Liefdefjorden pH-Werte von 6 bis 7, an der Eidembukta dagegen einen pH von 5 (Nr. 668 u. 669 in Tab. 22).

Die Phytomasse des **Tomenthypnetum involuti** erreicht an der Eidembukta exakt den gleichen Wert wie die des **Calliergono-Bryetum cryophili**, nämlich  $1351 \text{ g m}^{-2}$  im Durchschnitt. Demgegenüber beträgt der mittlere oberirdische Bestandsvorrat im Liefdefjorden  $1280 \text{ g m}^{-2}$ . Mit  $1438 \text{ g m}^{-2}$  auf der Brøggerhalvøya und  $919 \text{ g m}^{-2}$  im Adventdalen liegen die von BRATTBÄKK (1985h) ermittelten Werte für die oberirdische Phytomasse im gleichen Rahmen bzw. deutlich darunter. Die Bestände zeigen damit eine recht hohe Phytomasse, selbst wenn der letzte Wert etwas abfällt.

Betrachtet man die floristische Zusammensetzung der Assoziation insgesamt, dann ist sie lediglich durch das konstante *Tomenthypnum nitens* charakterisiert. Als schwach konstante Art tritt *Drepanocladus uncinatus* hinzu (s. Tab. 22). Es zeigt sich, daß sich die große standörtliche Amplitude und die große strukturelle Vielfalt der Assoziation auch in verschiedenen floristischen Differenzierungen widerspiegelt. Dementsprechend können in Tab. 22 zwei Subassoziationen unterschieden werden, die sich floristisch gut voneinander trennen lassen: die **Typische Subassoziation** und die **Subassoziation von Cochlearia groenlandica**. Bis auf *Tomenthypnum nitens* sind die konstanten Arten der **Typischen Subassoziation** zugleich Präferenzarten gegenüber der **Subassoziation von Cochlearia groenlandica** und umgekehrt. Konstant sind in der **Typischen Subassoziation** *Salix polaris*, *Oxyria digyna*, *Luzula arcuata ssp. confusa*, *Saxifraga oppositifolia* und *Bryum spec.* Hiervon setzt sich die **Subassoziation von Cochlearia groenlandica** mit den konstanten *Cochlearia groenlandica*, *Saxifraga cespitosa*, *S. cernua* und den häufigen Präferenzarten *Aulacomnium turgidum* und *Mnium punctatum* gut ab.

In standörtlicher Hinsicht nimmt die **Typische Subassoziation** etwas länger schneebedeckte, wasserzügigere und basenärmere Stellen ein als die **Subassoziation von Cochlearia groenlandica**. Als sehr wichtiger Faktor für die **Subassoziation von Cochlearia groenlandica** tritt eine Düngung ihrer Standorte durch Vogelkot hinzu, welche sich bei den dazugehörigen Aufnahmen leicht aus ihrer Lage im Einflußbereich von Vogelfelsen ableiten läßt.

PHILIPPI (1973) gliedert das **Tomenthypnetum involuti** bereits in fünf Subassoziationen, die sich in Abhängigkeit von der Bodenfeuchte und der Basenversorgung einstellen. Während sich die **Subassoziation von Cochlearia groenlandica** in dieses Schema nicht eingliedern läßt und deshalb auch als separate Subassoziation aufgeführt wird, kann die **Typische Subassoziation** gut zu der Typischen Subassoziation von PHILIPPI gestellt werden. Allerdings deutet sich in den Aufnahmen 668 und 669 bereits ein Übergang zur trockeneren und basenärmeren **Subassoziation von Racomitrium canescens** von PHILIPPI an. Im Vergleich zu weiteren Beschreibungen der Assoziation in Svalbard finden sich gute Übereinstimmungen zu Teilen der "Moseundra" von LUND (1979), den "Moostundra-Gesellschaften" von HARTMANN (1980), der "Moist Tomenthypnum-Drepanocladus tundra" von BARKMAN (1987), der "Alopecurus alpinus-Aulacomnium palustre community" von HADAČ (1989), der "Alopecurus borealis-Tomenthypnum nitens community" von NILSEN (1997) und zur "Toment-

hypnum-Salix polaris community" von VIRTANEN ET AL. (1997). Das **Alopecuro alpini-Tomenthynetum** (Hadač 1946) Dierßen 1992 wird als synonym angesehen.

**Tab. 22: Tomenthynetum involuti Hadač 1946.**

1: Typische Subassoziation,  
2: Subassoziation von Cochlearia groenlandica.

Nummer der Gesellschaft	1					2					Stetigk.	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
Laufende Nummer	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
Interne Nummer	143	572	571	669	668	782	778	781	807	796		
Fläche (m <sup>2</sup> )	10	4	4	4	4	4	10	10	4	10		
Deckung (%)	80	95	90	100	100	80	90	100	90	100		
Artenzahl	13	12	13	18	19	9	10	12	10	13	1	2
Cochlearia groenlandica	.	.	.	.	.	1	1	1	1	1	.	V
Salix polaris	1	2	2	2	2	.	.	.	.	.	V	.
Oxyria digyna	2	1	2	1	2	.	.	.	.	.	V	.
Luzula arcuata ssp. confusa	+	+	2	1	2	.	.	.	.	.	V	.
Saxifraga oppositifolia	+	+	+	+	+	.	.	.	.	.	V	.
Saxifraga cespitosa	.	.	.	.	.	1	+	+	+	+	.	V
Saxifraga cernua	.	.	.	.	.	+	+	1	+	+	.	V
Bistorta vivipara	2	+	+	.	.	.	.	.	.	.	III	.
Stellaria longipes	.	.	+	+	1	.	.	.	.	.	III	.
Cerastium alpinum	.	.	.	+	+	.	.	.	.	+	II	I
Poa alpina var. alpina	2	1	.	.	.	.	.	.	.	.	II	.
Cerastium regelii	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	II	.
Cardamine pratensis ssp. polemonioides	.	.	.	.	.	.	1	.	.	+	.	II
Ranunculus sulphureus	.	.	.	.	.	.	.	+	.	+	.	II
Saxifraga hieracifolia	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	.	II
<b>Tomenthynum nitens</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>V</b>	<b>V</b>								
Drepanocladus uncinatus	2	2	2	.	.	1	.	1	1	1	II	IV
Aulacomnium turgidum	.	1	.	.	2	1	+	+	1	.	II	V
Bryum spec.	2	2	1	+	+	.	.	.	.	.	V	.
Philonotis tomentella	2	1	2	.	.	.	.	.	1	1	III	II
Dicranum elongatum	.	.	1	1	2	.	.	.	.	+	III	I
Mnium punctatum	.	.	.	.	.	1	1	+	1	.	.	IV
Pleurozium schreberi	.	.	2	3	3	.	.	.	.	.	III	.
Ptilidium ciliare	.	.	1	2	2	.	.	.	.	.	III	.
Peltigera rufescens	.	.	.	1	1	.	.	+	.	.	II	I
Orthothecium chryseon	.	.	.	.	.	+	.	1	1	.	.	III
Racomitrium canescens	.	.	.	2	1	.	.	.	.	.	II	.
Stereocaulon alpinum/botryosum	.	.	.	1	1	.	.	.	.	.	II	.
Tortula ruralis	.	.	.	1	1	.	.	.	.	.	II	.
Cetraria islandica	.	.	.	+	1	.	.	.	.	.	II	.
Pogonatum urnigerum	.	.	.	+	+	.	.	.	.	.	II	.
Thamnia vermicularis	.	.	.	+	+	.	.	.	.	.	II	.
Calliergon sarmentosum	.	.	.	.	.	+	1	.	.	.	.	II
Cinclidium arcticum	.	.	.	.	.	.	.	+	.	1	.	II
Palludella squarrosa	.	.	.	.	.	.	2	.	.	.	.	I
Campylium stellatum	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	I

Einmalige Vorkommen mit geringer Deckung (+): 143: Draba lactea, Festuca vivipara, 778: Chrysosplenium tetrandum, 796: Tritomaria quinqueidentata.

Lokalitäten: 143, 571 u. 572: Kvikkåa (Liefdefj.); 668-669: Eidembukta (Forlandsund.); 778: Storholmen (Kongsfj.); 781, 782 u. 796: Stuphallet (Kongsfj.); 807: Kjærstranda (S-Brøggerhalvøya).

Nachdem HADAČ (1946) die Assoziation in seiner Erstbeschreibung dem Verband **Caricion nardinae** Nordh. 1935 unterstellte (s. Kap. 6.6 "Zwergstrauchheiden"), sah PHILIPPI (1973) den soziologischen Anschluß als ungeklärt an. Meines Erachtens ist die arktisch verbreitete Assoziation syntaxonomisch folgenden höheren Einheiten zuzuordnen: Unterverband **Luzulenion arcticae** (Nordh. 1936) Gjærev. 1950, Verband **Saxifrago-Ranunculion nivalis** Nordh. 1943 emend. Dierßen 1984, Ordnung

**Salicetalia herbaceae** Br.-Bl. ap. Br.-Bl. & Jenny 1926, Klasse **Salicetea herbaceae** Br.-Bl., Emb. & Mol. 1947 (vgl. DIERSSEN 1996).

### 6.3.3 **Deschampsietum alpinae (Samuelsson 1913) Nordhagen 1943**

Das **Deschampsietum alpinae** (Tab. 23) besiedelt als Pioniergesellschaft sehr häufig sandige und lehmige Schwemmfächer in Hanglagen oder Flußdeltas. Beide Standorte sind dadurch ausgezeichnet, daß sich zuvor gebündeltes Wasser in ihnen als Rieselwasser über eine größere Fläche verteilt. Insofern findet sich die Assoziation in den Hanglagen oft direkt unter Hangknicken, wo das die Hangneigung nach unten abnimmt. In solchen Situationen herrscht im Winter eine mittlere bis gute Schneebedeckung vor, die im Frühsommer ihrerseits reichlich Schmelzwasser liefert.

Die Assoziation wird von *Deschampsia alpina* dominiert, die sich konkurrenzbedingt nur an den oben beschriebenen Standorten durchzusetzen vermag und dabei einzelne dichte Horste ausbildet (s. Abb. 29). Die Vegetationsbedeckung variiert in den *Deschampsia alpina*-Beständen zwischen 30 und 90 %. Wie der Durchschnittswert von 59,3 % anzeigt, handelt es sich in der Regel aber um offene, lückige Bestände. Höhere Deckungswerte werden meist erreicht, wenn die Bryophytenschicht die Flächen zwischen den *Deschampsia alpina*-Horsten ausfüllen kann und dabei ähnlich hohe Deckungswerte wie *Deschampsia alpina* selbst erreicht.



**Abb. 29: Durch Rieselwasser überschwemmtes Deschampsietum alpinae auf der Küstenebene an der Eidembukta (Westspitzbergen).**

Zu Beginn der Vegetationsperiode sind die Standorte der Assoziation meist überflutet. Durch den kontinuierlichen Schmelzwasserzufluß bleiben sie bis spät in die Saison naß. Sie können erst dann etwas abtrocknen, wenn die Wasserzufuhr versiegt oder der Permafrost soweit abgetaut und tiefergelegt ist, daß ein Versickern des Oberflächenwassers möglich ist. Beides geschieht gewöhnlich erst am Ende der Vegetationszeit. Durch den großen Rieselwassereinfluß herrscht auf den Flächen des **Deschampsietum alpinae** eine starke Ablation vor, die durch die lückigen Bestände forciert wird. Im Zuge der flächenhaften Abspülung unterliegen die Bestände immer wieder einer Verschlammung, welcher die kräftigen *Deschampsia alpina*-Horste besser standhalten können als ihre Begleiter.

Das **Deschampsietum alpinae** befindet sich häufig in Kontakt mit der Schneebodenvegetation (s. Abb. 30) und mit der Moorvegetation (s. Abb. 25 und Abb. 26). Die Assoziation hat in Spitzbergen bezüglich der Bodenreaktion und des Nährstoffgehaltes eine relativ breite Amplitude. Einen Schwerpunkt bilden dabei schwach kalkhaltige und mehr oder weniger neutrale Substrate. Damit verhält das **Deschampsietum alpinae** sich anders als in Skandinavien, wo es auf sauren und oligotrophen Standorten eingnischt ist.

Die Phytomasse der **Deschampsietum alpinae**-Bestände schwankt auf mäßigem Niveau in weiten Grenzen. Geringe Werte liegen in stark vom Rieselwasser beeinflussten Beständen vor, in denen sich praktisch nur noch *Deschampsia alpina* zu halten vermag. Sobald sich aber eine Moosschicht ausbilden kann, trägt diese erheblich zur Phytomasse bei und läßt höhere Bestandsvorräte entstehen. Somit läßt sich erklären, warum die eigenen Daten für die oberirdische Phytomasse aus dem Liefdefjorden mit 229 g m<sup>-2</sup> nicht einmal halb so groß sind wie die von BRATTBÄKK (1979) mit 488 g m<sup>-2</sup> von der Brøggerhalvøya.

In Tab. 23 sind die Aufnahmen der Assoziation nach abnehmendem Nässegrad sortiert. Aus der Tabelle läßt sich ein genereller Trend für eine zunehmende Artenzahl bei abnehmender Nässe entnehmen, wobei die durchschnittliche Artenzahl mit 19,5 Arten relativ hoch ist. Die meisten Pflanzenarten kommen jedoch nur als Begleiter mit einer geringen Stetigkeit von kleiner oder gleich II vor, wodurch die Offenheit der Bestände und zugleich der Konkurrenzdruck auf die Assoziation verdeutlicht werden. Konstante Pflanzenarten der Assoziation sind neben *Deschampsia alpina* die Arten *Juncus biglumis* und *Drepanocladus revolvens*. Zu ihnen treten *Phippsia algida*, *Cerastium regelii* und *Saxifraga cernua* als schwach konstante Arten hinzu, wobei *Phippsia algida* und *Cerastium regelii* den Kontakt zur Schneebodenvegetation auch in floristischer Hinsicht unterstreichen.

*Deschampsia alpina* ist amphi-atlantisch verbreitet. In Svalbard kommt die Assoziation in allen Vegetationszonen vor. Dabei lassen sich bisherige soziologische Untersuchungen gut mit den Aufnahmen in Tab. 23 parallelisieren; so die "*Deschampsia alpina* community" in RØNNING (1969), das **Deschampsietum alpinae** in BRATTBÄKK (1979), dessen "Fjellbunke snøleie" (BRATTBÄKK 1985h), die "*Deschampsia-Poa alpigena*-vegetatie" von HEINEMEIJER (1979) und die Beschreibungen von SCHOLANDER (1934) und ACOCK (1940). Darüber hinaus kann die "*Juncus biglumis* community" von DUBIEL & OLECH (1990) ebenso dem **Deschampsietum alpinae** angeschlossen werden wie das **Deschampsio alpinae-Eriophoretum scheuchzeri** von HADAČ (1989).

Das **Deschampsietum alpinae** läßt sich den Schuttfluren der Klasse **Thlaspietea rotundifolii** Br.-Bl., Emb. & Mol. 1947 zuordnen. Gemäß dem auf sauren Substraten eingemischten skandinavischen **Deschampsietum** untersteht die Assoziation der Ordnung **Androsacetalia alpinae** Br.-Bl. ap. Br.-Bl. & Jenny 1926 und dem Verband **Saxifrago stellaris-Oxyrion digynae** Gjærev. 1950 (s. DIERSEN 1992 und 1996).

Dieses Vorgehen widerspricht zwar den traditionellen, skandinavischen Auffassungen, wonach der gesamte Verband den Gesellschaften der Schneeböden zugeordnet wird (vgl. GJÆREVOLL 1956), es geht aber mit jüngeren Auffassungen konform (vgl. VEVLE 1983a-c). Außerdem wird diese Zuordnung besser den beschriebenen standortökologischen Gegebenheiten gerecht. Dies ist auch ein Grund, weshalb der Vorschlag von HADAČ (1989), die Assoziation (genau genommen seine Assoziation **Deschampsio alpinae-Eriophoretum scheuchzeri**, die hier dem **Deschampsietum alpinae** angeschlossen wurde), dem Verband **Eriophorion scheuchzeri** Hadač 1939 (= **Caricon nigrae** Koch 1936 emend. Klika 1933) zuzuordnen, verworfen wird.

Tab. 23: *Deschampsietum alpinae* (Samuelsson 1913) Nordh. 1943.

Laufende Nummer	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Interne Nummer	470	296	96	97	108	685	693	694	692	115	139	138	15	16
Fläche (m <sup>2</sup> )	4	4	10	10	4	4	10	10	4	10	10	10	10	4
Bedeckung (%)	70	60	50	65	75	35	50	50	70	90	70	75	40	30
Artenzahl	14	16	15	14	18	13	17	23	23	25	18	23	25	29
<i>Deschampsia alpina</i>	4	4	3	3	4	3	3	3	3	4	4	4	3	3
<i>Juncus biglumis</i>	+	1	+	+	1	.	+	+	.	1	2	2	1	1
<i>Phippsia algida</i>	.	1	1	1	.	+	+	+	+	.	1	+	1	1
<i>Cerastium regelii</i>	.	1	.	+	+	+	1	1	1	.	1	1	1	1
<i>Saxifraga cernua</i>	.	.	.	+	1	+	1	+	+	1	+	1	+	.
<i>Cardamine pratensis</i> ssp. <i>polemonioides</i>	+	+	1	1	1	1	1	+	1	.	.	.	.	.
<i>Salix polaris</i>	1	2	1	1	2	.	.	.	.	2	2	3	.	1
<i>Saxifraga oppositifolia</i>	.	.	+	+	+	+	+	+	1	.	.	1	.	+
<i>Saxifraga foliolosa</i>	.	.	.	.	.	.	+	+	+	2	+	1	+	2
<i>Draba lactea</i>	.	.	.	.	.	.	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Bistorta vivipara</i>	.	.	.	.	+	.	.	.	.	1	1	1	1	+
<i>Ranunculus sulphureus</i>	.	.	.	+	+	.	.	.	.	.	.	+	+	+
<i>Oxyria digyna</i>	.	.	.	.	.	1	.	+	.	.	.	1	1	+
<i>Cochlearia groenlandica</i>	.	.	.	.	.	+	+	+	+	+	.	.	.	.
<i>Poa alpina</i> var. <i>alpina</i>	.	.	.	.	.	.	+	+	1	.	.	1	.	1
<i>Luzula arcuata</i> ssp. <i>confusa</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2	1	1	1	1
<i>Saxifraga tenuis</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	1	+	+	1
<i>Ranunculus hyperboreus</i> ssp. <i>arnellii</i>	+	.	.	.	.	.	+	+	1	.	.	.	.	.
<i>Saxifraga cespitosa</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	+	1	.	.	+	+
<i>Equisetum variegatum</i>	.	.	+	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Draba alpina</i>	.	.	.	.	+	.	.	.	.	+	.	.	.	+
<i>Saxifraga nivalis</i>	.	.	.	.	.	.	+	+	.	.	.	.	+	.
<i>Sagina nivalis</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	+	1
<i>Stellaria longipes</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	1	.	.	+
<i>Equisetum arvense</i> ssp. <i>boreale</i>	1	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Cerastium alpinum</i>	.	.	.	.	.	.	+	+	.	.	.	.	.	.
<i>Silene acaulis</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	.
<i>Papaver dahlianum</i>	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Poa alpina</i> var. <i>vivipara</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.
<i>Drepanocladus revolvens</i>	3	3	2	3	3	.	4	.	4	3	1	2	2	2
<i>Bryum pseudotriquetrum</i> & spec.	2	2	+	2	1	+	.	+	.	+	.	.	1	.
<i>Scorpidium scorpioides</i>	+	+	.	+	1	1	1	1	1	+	.	.	.	.
<i>Ditrichum flexicaule</i>	.	1	+	.	.	.	.	+	+	.	1	1	1	1
<i>Campylium stellatum</i> & <i>polygamum</i>	.	.	.	.	1	.	.	2	2	2	1	1	2	2
<i>Orthothecium chryseon</i>	.	.	.	.	.	.	.	1	2	3	2	2	2	2
<i>Tomenthypnum nitens</i>	.	1	+	.	+	.	.	.	+	1	.	.	.	1
<i>Distichium capillaceum</i>	.	.	.	.	.	+	+	+	+	.	.	.	1	2
<i>Dicranum elongatum</i>	.	1	+	.	.	.	.	.	.	.	+	+	.	.
<i>Calliergon richardsonii</i>	+	+	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Rhizomnium punctatum</i>	+	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Cinclidium arcticum</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	2	.	.	.	1	+
<i>Aulacomnium palustre</i>	+	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.
<i>Oncophorus wahlenbergii</i>	.	.	.	.	+	.	.	.	.	+	.	.	.	.
<i>Drepanocladus exannulatus</i>	.	.	.	.	.	3	.	3	.	.	.	.	.	.
<i>Pogonatum urnigerum</i>	.	.	.	.	.	.	.	+	1	.	.	.	.	.
<i>Polytrichum alpinum</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	+	.
<i>Rhizomnium pseudopunctatum</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	+
Krustenflechten	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	1	.	.
<i>Pohlia</i> spec.	2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Hypnum revolutum</i>	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Hygrohypnum</i> spec.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.
<i>Blindia acuta</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	3
<i>Calliergon turgescens</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2

Einmalige Vorkommen mit geringer Deckung (+): 470: *Eriophorum scheuchzeri*, 296: *Carex lachenalii*, 97: x *Puccinipissia vacillans*, *Cetraria delisei*, 108: *Eutrema edwardsii*, 115: *Stereocaulon alpinum*, *Dicranella* spec., 138: *Draba corymbosa*, 16: *Barbilophozia* spec.

Lokalitäten: 96-97: Lagune Kvikkåa (Liefdefj.); 108 u. 115: Roosflya nördl. Roosfjellbekken (Woodfj.); 296: Sverrefjellet (Bockfj.); 470: Næssøpynten (Liefdefj.); 685, 692-694: Eidembukta (Forlandsund.); 138-139 u. 15-16: Kvikkåa (Liefdefj.).

### 6.3.4 Zusammenfassung Naßstellenvegetation

Die wesentlichen standortökologischen Gemeinsamkeiten der Phytozönosen der Naßstellenvegetation wurden bereits in der Einführung zu diesem Kapitel angesprochen (s. Kap. 6.3) und sollen an dieser Stelle deshalb nicht noch einmal wiederholt werden.

Mit dem **Calliergono-Bryetum cryophili**, **Tomenthypnetum involuti** und **Deschampsietum alpinae** umfaßt der Vegetationstyp der Naßstellenvegetation drei Assoziationen, die in systematischer Hinsicht verschiedenen höheren pflanzensoziologischen Einheiten angeschlossen werden:

Ass	Calliergono-Bryetum cryophili	Tomenthypnetum involuti	Deschampsietum alpinae
UV		Luzulenion arcticae	
V	Cardamino-Montion	Saxifrago-Ranunculion nivalis	Saxifrago stellaris-Oxyrion digynae
O	Montio-Cardaminetalia amarae	Salicetalia herbaceae	Androsacetalia alpinae
K	Montio-Cardaminetea	Salicetea herbaceae	Thlaspietea rotundifolii

Aus diesem Grund ist es nicht weiter überraschend, weshalb sich die Assoziationen floristisch gut unterscheiden. Um dies wiederum im Überblick erfassen zu können, wurde für die Pflanzengemeinschaften der Naßstellenvegetation eine Teilstetigkeitstabelle erstellt (Tab. A2, im Anhang).

Wie aus der Tabelle ersichtlich ist, wird das **Calliergono-Bryetum cryophili** gegenüber den anderen beiden Assoziationen durch das konstante *Bryum cryophilum* charakterisiert. Es ist zugleich eine gute Präferenzart innerhalb des Vegetationstyps Naßstellenvegetation. Zur Differenzierung tragen außerdem die häufige Präferenzart *Calliergon richardsonii* und die verbreiteten Präferenzarten *Calliergon sarmentosum* und *Bryum wrightii* & *pallenscens* bei.

Im **Tomenthypnetum involuti** ist das konstante *Tomenthypnum nitens* nicht zugleich Präferenzart, da es auch im **Deschampsietum alpinae** mit einer Stetigkeit von III vorkommt. Als Präferenzarten dienen dagegen das schwach konstante *Drepanocladus uncinatus* (häufige Präferenzart) sowie *Philonotis tomentella* und *Aulacomnium turgidum* als verbreitete und *Pleurozium schreberi*, *Ptilidium ciliare* und *Mnium punctatum* als mehrmalige Präferenzarten.

Innerhalb der Assoziationen **Calliergono-Bryetum cryophili** und **Tomenthypnetum involuti** ist auffallend, daß von den Phanerogamen keine Sippe mit der Stetigkeit IV oder V als konstante oder schwach konstante Art zur Charakterisierung oder Differenzierung der jeweiligen Assoziation beiträgt. Viele der Phanerogamen kommen dagegen mit der Stetigkeit III vor. Im Falle des **Tomenthypnetum involuti** ist allerdings zu beachten, daß zwischen der **Typischen Subassoziation** und der **Subassoziation von Cochlearia groenlandica** durchaus deutliche Unterschiede in der floristischen Zusammensetzung des Phanerogamenbestandes bestehen (vgl. Tab. 22).

Die Assoziation **Deschampsietum alpinae**, welche sich bereits strukturell deutlich von den anderen beiden, moosdominierten Assoziationen unterscheidet, setzt sich auch floristisch über viele Arten ab. Sie ist gleichzeitig durch ihre konstanten und schwach konstanten Arten gut charakterisiert. Konstant bzw. schwach konstant sind: *Deschampsia alpina*, *Juncus biglumis*, *Drepanocladus revolvens* bzw. *Saxifraga cernua*, *Cerastium regelii* und *Phippsia algida*. Von diesen sind *Deschampsia alpina*, *Juncus biglumis* und *Phippsia algida* auch Präferenzarten. Weitere Präferenzarten sind reichlich vorhanden: Als häufige Präferenzart *Cardamine pratensis* ssp. *polemonioides*, als verbreitete *Draba lactea*, *Saxifraga foliolosa*, *Campylium stellatum* & *polygamum*, *Distichium capillaceum*, *Ditrichum flexicaule* und *Scorpidium scorpioides* sowie als mehrmalige Präferenzarten *Saxifraga tenuis*, *Ranunculus hyperboreus* ssp. *arnellii*, *Equisetum variegatum*, *Saxifraga nivalis*, *Draba alpina* und *Rhizomnium punctatum*.

## 6.4 Gesellschaften der Fleckentundra

Der Vegetationstyp der Fleckentundra umfaßt eine große Anzahl recht heterogener Pflanzengesellschaften, die im wesentlichen nur durch ihre mehr oder weniger einheitliche Physiognomie Gemeinsamkeiten besitzen. Die Bezeichnung Fleckentundra ist aus der insel- oder fleckenhaften Anordnung der Gesellschaften innerhalb einer sonst überwiegend offenen Landschaft abgeleitet. Die einzelnen Bestände sind meist von einem lockeren, lückigen Bewuchs. Dichter schließende Bestände mit höheren Bedeckungsgraden entstehen vor allem dann, wenn es zur Entwicklung von Moospolstern oder -teppichen kommt. Der Vegetationstyp der Fleckentundra ist nicht nur auf Tieflandslagen beschränkt, sondern findet sich auch in Höhenlagen, wo er ab einer Höhe von 200 - 300 m zum dominierenden Vegetationstyp wird, da sich die anderen Vegetationstypen dort aufgrund der extremen abiotischen Faktoren nicht mehr halten können (vgl. Kap. 5.4.1.2).

Der Vegetationstyp der Fleckentundra tritt an recht unterschiedlichen Standorten auf, beispielsweise auf jungem Moränenmaterial, glaziofluvialen Schottern, Schuttfächern, aktiven Erosions- oder Sedimentationsflächen und den Kuppenbereich von Höhenrücken. An diesen Standorten sind verschiedene Faktoren dafür verantwortlich, daß die Vegetation offen gehalten wird: Auf Höhenrücken ist es vor allem die extreme Windexposition, die über Abrasion, Wind- und Schneeschliff sowie größere Trockenheit während der Vegetationsperiode limitierenden Einfluß auf die Bestände nimmt. Auf Schotter-, Schutt- und Moränenmaterial ist dagegen die Instabilität des Substrats mit dadurch bedingt hohen Scherkräften und einem hohen Wurzelstreß ein kennzeichnendes Kriterium des Standortes. Dies trifft auch auf Standorte mit einer ausgeprägten periglaziären Morphodynamik wie Kryoturbationen zu. In Hanglagen kommen noch gravitative Einflüsse, die sich z.B. über solifluidale Prozesse ausdrücken, hinzu.

Die Gesellschaften der Fleckentundra besiedeln somit durchweg ökologische Grenzstandorte, an denen aus den o.g. Gründen erschwerte Existenz- und Wachstumsbedingungen herrschen, so daß sich einerseits kaum eine dichte, geschlossene Vegetationsdecke entwickeln kann und andererseits selbst die Ansiedlung und Entwicklung von Jungpflanzen erschwerten Bedingungen unterliegt.

Ein gemeinsames und zugleich begrenzendes Standortmerkmal aller Gesellschaften der Fleckentundra ist ihre geringe bis nicht vorhandene Bodenbildung; häufig, aber ausdrücklich nicht immer, verbunden mit einer Armut an feinkörnigem Substrat.

Dementsprechend weisen die Standorte oft eine geringe Wasserkapazität bei hohen Perkolationsraten auf. Im Zusammenwirken von geringen Niederschlagsmengen, fehlender oder geringer lateraler Wasserzufuhr und einem tiefliegenden Permafrost, der tiefes Versickern von Wasser ermöglicht, entstehen gegen Ende der Vegetationszeit sehr trockene Standorte; die trockensten überhaupt. Insofern vermögen sich die Gesellschaften der Fleckentundra nur durch Kompensationsstrategien, eine große Streßtoleranz oder ein hohes Regenerationspotential an solchen Standorten zu halten.

### 6.4.1 *Puccinellietum angustatae* ass. nov.

Die Assoziation besiedelt eine Vielzahl von Standorten, die einer rezenten oder subrezentem Morphodynamik unterliegen. Hierbei tritt die Assoziation als Pioniergesellschaft auf, die nicht nur ebene, horizontale Oberflächen einnimmt, sondern auch Hanglagen mit einer (gemessenen) Neigung von über 20°.

Das standörtliche Spektrum umfaßt die Erstbesiedlung von:

- Gletschervorfeldern (z.B. Aufnahme 192 in Tab. 24),
- inaktiven Mudpits, bei denen die Pflanzengemeinschaft in den sommerlichen Trockenrissen wächst (Aufnahmen 204 und 218),
- ausgetrockneten Schlammströmen (Aufnahme 221),
- jungem Moränenmaterial (Aufnahme 243 und 244),
- trockengefallenen Abluflflächen (Aufnahme 428) und
- Feinerdeinseln an oder in Bächen und Flüssen.

Das **Puccinellietum angustatae** ist mit durchschnittlich 5,9 Sippen artenarm, wobei die Phanerogamenzahl die Kryptogamenzahl übersteigt (4,3 : 1,6 Arten). Die Bedeckung der Assoziation beträgt im Mittel gerade einmal 37 %, schwankt allerdings stark zwischen 15 und 80 %. Die Bestände sind dementsprechend offen und lückig. Der Bedeckungsgrad schwankt vor allem mit dem Zusammenschluß der stets dominierenden *Puccinellia angustata*-Individuen, da die Kryptogamen auf die Bedeckung kaum einen Einfluß haben.

Tab. 24: **Puccinellietum angustatae** ass. nov.

Laufende Nummer	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Interne Nummer	192	428	243	244	446	725	857	204	218	221
Fläche (m <sup>2</sup> )	4	4	2	4	4	10	4	4	4	4
Bedeckung (%)	20	30	40	30	80	15	40	35	35	45
Artenzahl	1	1	2	5	6	5	7	6	11	15
<i>Puccinellia angustata</i>	2	3	3	3	5	2	2	3	3	3
<i>Cochlearia groenlandica</i>	.	.	1	+	1	1	+	+	+	+
<i>Saxifraga cespitosa</i>	.	.	.	1	.	+	1	.	.	.
<i>Sagina nivalis</i>	.	.	.	.	.	+	1	.	.	.
<i>Phippsia algida</i>	.	.	.	1	.	.	.	.	.	1
<i>Saxifraga cernua</i>	.	.	.	+	.	.	.	.	.	+
<i>Braya purpurascens</i>	.	.	.	.	1	.	.	.	.	2
<i>Cerastium arcticum</i>	.	.	.	.	1	.	.	.	.	+
<i>Potentilla pulchella</i>	.	.	.	.	.	.	.	+	1	.
<i>Saxifraga oppositifolia</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+
<i>Silene uralensis</i> ssp. <i>arctica</i>	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.
<i>Salix polaris</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.
<i>Bistorta vivipara</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.
<i>Stellaria longipes</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1
<i>Tortula ruralis</i>	.	.	.	.	.	.	2	1	+	1
<i>Bryum spec.</i>	.	.	.	.	.	.	.	1	1	1
<i>Ditrichum flexicaule</i>	.	.	.	.	.	.	.	+	1	1
Krustenflechten	.	.	.	.	.	.	.	.	1	+
<i>Distichium capillaceum</i>	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.
<i>Ochrolechia frigida</i>	.	.	.	.	.	.	3	.	.	.

Einmalige Vorkommen mit geringer Deckung (+): 446: *Festuca rubra* ssp. *arctica*; 857: *Drepanocladus uncinatus*; 218: *Xanthoria elegans*; 221: *Draba nivalis*, *Oxyria digyna*, *Papaver dahlianum*.

Lokalitäten: 192, 243 u. 244: Botnberget (Liefdefj.); 204 u. 218: Måkeøyane (Woodfj.); 221: Roosflya (Woodfj.); 446: Äußeres Woodfj.-dalen; 428: Inneres Woodfj.-dalen; 725: östl. Blomstrandhalvøya (Kongsfj.); 857: Gåsebu (Kongsfj.).

Die Assoziation besiedelt durchweg Rohböden aus Lockersedimenten. Das Korngrößenspektrum der oberflächlich anstehenden Sedimente reicht von sandigen bis zu schluffig-lehmigen Substraten. Ein Schwerpunkt liegt allerdings im feinkörnigen Bereich. Die Standorte des **Puccinellietum angustatae** trocknen regelmäßig im Spätsommer zumindest oberflächlich aus. Dies kann soweit gehen, daß an der Bodenoberfläche teilweise eine Krustenbildung zu verzeichnen ist. Wie bereits die oben stehende

Aufzählung der Standorte andeutet, unterliegen sie somit einer sehr großen Bodeninstabilitäten, z.B. durch Kryoturbation.

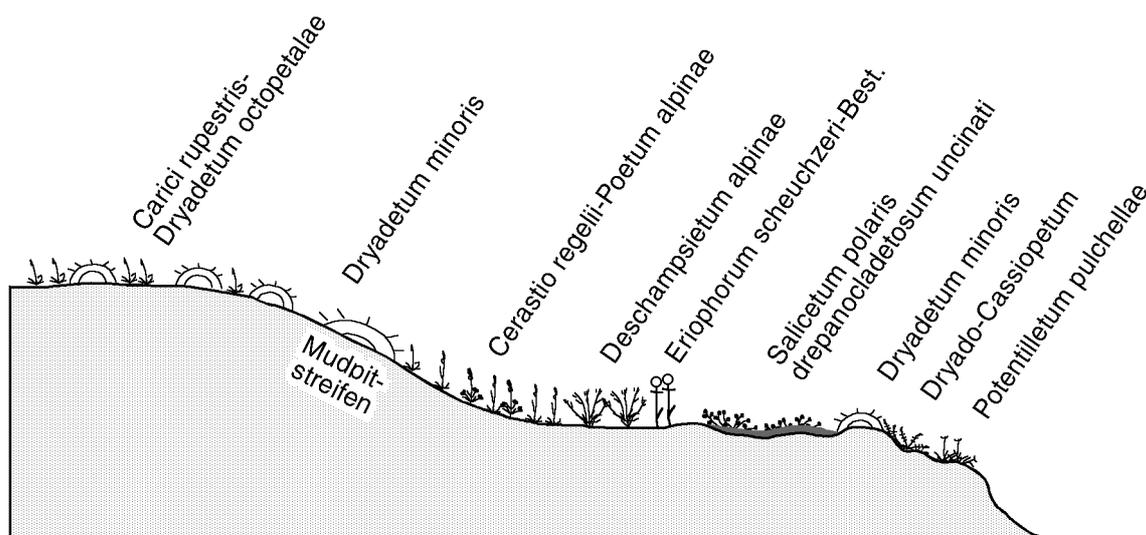
*Puccinellia angustata* vermag diesen Instabilitäten am besten standzuhalten. Die bezeichnende Art ist dabei zugleich die einzige konstante Art der Assoziation. Daneben ist nur noch *Cochlearia groenlandica* schwach konstant, während alle anderen Arten mit geringen Stetigkeitswerten auftreten (s. Tab. 24).

Der nomenklatorische Typus des **Puccinellietum angustatae** ist die Aufnahme mit der laufenden Nummer 8 in der Tab. 24. Es wird vorgeschlagen, das **Puccinellietum angustatae** synsystematisch dem Verband **Arenarion norvegicae** Nordh. 1935 zu unterstellen. Weitere höhere Einheiten sind demnach die Ordnung **Thlaspietalia rotundifolii** Br.-Bl. ap. Br.-Bl. & Jenny 1926 (Gesellschaften basenreichen Schutts) und die Klasse **Thlaspietea rotundifolii** Br.-Bl., Emb. & Mol. 1947.

Die hocharktische *Puccinellia angustata* ist zirkumpolar verbreitet. In der Verbreitungskarte von PORILD & CODY (1980) zieht sich *Puccinellia angustata* von Nordostgrönland über das gesamte kanadische Arktis-Archipel. Weitere Vorkommen sind von Nowaja Semlja und von der Taimyr-Halbinsel bekannt (RØNNING 1972). In Spitzbergen sind vergleichbare Gesellschaften bisher nur von HADAČ (1989) als anthropogen beeinflusste "*Puccinellia angustata*-community" in Barentsburg und von ELVEN ET AL. (1990) als "*Puccinellia angustata*-type" innerhalb einer Vegetationsgruppe auf sehr exponierten, stabilen oder erodierten Höhenrücken im Gipsdalen beschrieben worden (keine pflanzensoziologischen Aufnahmen). Die Assoziation scheint aber in der Inneren Arktischen Fjordzone Spitzbergens regelmäßig und in der Mittleren Arktischen Tundrenzzone weiter verbreitet zu sein.

#### 6.4.2 **Potentilletum pulchellae** ass. nov.

Das **Potentilletum pulchellae** (Tab. 25) erhält seine charakteristische Physiognomie durch die Verteilung der *Potentilla pulchella*-Individuen, die als niedrigwüchsige Rosettenpflanzen in größeren Abständen die Oberfläche bedecken. Die mittlere Vegetationsbedeckung liegt zwischen 50 und 60 %.



Zeichnung und Entwurf: Ingo Möller 1999.

Abb. 30: Schema der Vegetationsanordnung mit einem typisch positionierten **Potentilletum pulchellae** am Kapp Kjeldsen (Bockfjorden).

Die Assoziation besiedelt überwiegend windexponierte Kanten postglazial gehobener Meeresterrassen (s. Abb. 30). Weitere, aber etwas seltenere Standorte sind exponierte Tops von Höhenrücken und trockengefallene Abluflflächen. Die Assoziation nimmt neben nahezu horizontalen Flächen auch Hänge mit einer (gemessenen) Neigung bis 35° ein.

Wie das **Puccinellietum angustatae** ist die Assoziation auf kalkhaltigen und basenreichen Lockersedimenten anzutreffen. Das Korngrößenspektrum ist dabei etwas weiter und reicht von schluffig-lehmigen bis zu kiesigen Substraten. Das **Potentilletum pulchellae** nimmt im Gegensatz zum **Puccinellietum angustatae** allerdings schwerpunktmäßig die grobkörnigeren Substrate innerhalb dieser Amplitude ein. Als Bodentypen liegen in der Regel Lockersyroseme oder Regosole vor, die eine große Durchwurzelungstiefe aufweisen.

In den grobkörnigen und damit grobporenreichen Substraten erfolgt eine schnelle Versickerung des fröhsommerlichen Schmelzwassers und der geringen Niederschläge bis zum stauenden Permafrost, der mindestens auf (gegrabene) 80 bis 100 cm unter die Geländeoberfläche absinkt. Somit entstehen sehr trockene Standorte, die während des größten Teils der Vegetationszeit im Hauptwurzelhorizont ein erhebliches Wasserdefizit besitzen. Das Wasserdefizit bedingt, daß die Nährstoffvorräte des Bodens nur eingeschränkt pflanzenverfügbar vorhanden sind. *Potentilla pulchella* kann in diesen Situationen jedoch sehr lange Wurzeln ausbilden (gemessen bis 80 cm), die bis in die Nähe der Permafrosttafel reichen. Dort ist die Pflanze dann in der Lage lateral über dem stauenden Permafrost zugeführtes Wasser aufzunehmen und an darin gelöste Nährstoffe zu gelangen (vgl. EBERLE & THANNHEISER 1995).

Durch das ausgeprägte und tiefreichende Wurzelsystem von *Potentilla pulchella* erklärt sich auch die mäßige Gesamtphytomasse der Assoziation. Denn von den 438 g m<sup>-2</sup>, die durchschnittlich an Beständen im Liefdefjorden ermittelt wurden, entfallen 316 g auf die unterirdische Phytomasse und nur 122 g auf die oberirdische. Die limitierenden Faktoren sind hierbei die dargestellte defizitäre Wasserversorgung der Bestände und dieser nachgeordnet die erschwerte Nährstoffversorgung (vgl. auch Kap. 4.1.3).

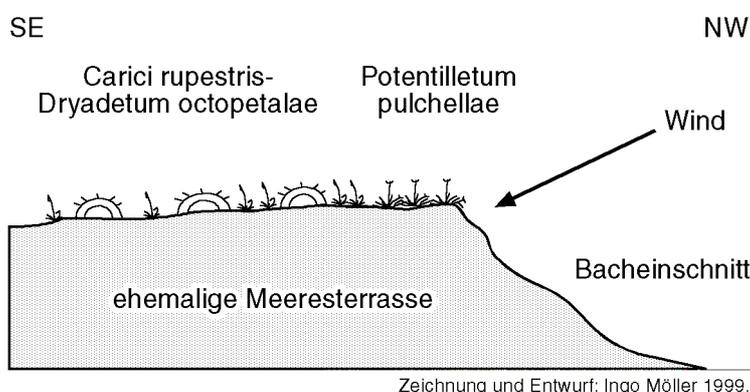
In ihren Studien über die Zusammenhänge von Permafrost-, Boden- und Vegetationsentwicklung im Bockfjorden beschreiben EBERLE, THANNHEISER & WEBER (1993) und EBERLE & THANNHEISER (1995) sehr anschaulich wie sich das **Potentilletum pulchellae** durch Degradationseinflüsse aus *Dryas*-Zwergstrauchheiden entwickeln kann, zu denen es auch räumlich häufig in Kontakt steht (s. Abb. 31).

Innerhalb des **Potentilletum pulchellae** (nomenklatorischer Typus: Laufende Nr. 4 in Tab. 25) können zwei Subassoziationen unterschieden werden: Eine **Typische Subassoziation (Potentilletum pulchellae typicum)** und eine **Subassoziation von Puccinellia angustata (Potentilletum pulchellae puccinellietosum angustatae)**.

Die konstante und bezeichnende Kennart der **Subassoziation von Puccinellia angustata** trennt diese zusammen mit den schwach konstanten Krustenflechten und *Bryum*-Arten bereits gut von der **Typischen Subassoziation**. Die Unterscheidung wird zusätzlich durch die häufigen Präferenzarten *Cerastium arcticum* und *Hypnum revolutum* und die verbreiteten Präferenzarten *Polytrichum alpinum*, *Peltigera rufescens*, *Thamnolia vermicularis*, *Cirriphyllum cirrosum* und *Cetraria islandica* verdeutlicht. Nomenklatorischer Typus der **Subassoziation von Puccinellia angustata** ist die Aufnahme mit der laufenden Nummer 14 in Tab. 25.

Die **Typische Subassoziation** läßt sich ihrerseits in zwei Varianten gliedern: Eine **Typische Variante** und eine **Variante von *Braya purpurascens*** (Nomenklatorische Typusaufnahmen: Nr. 4 bzw. 8). Neben der konstanten *Braya purpurascens* ist auch die konstante *Poa arctica ssp. caespitans* eine gute Trennart, da beide nur in der **Variante von *Braya purpurascens*** vorkommen. Als weitere konstante Arten tragen auch die Präferenzarten *Draba arctica* und *Distichium capillaceum* zur Differenzierung bei. *Saxifraga oppositifolia* wäre eine weitere Präferenzart der **Variante von *Braya purpurascens***; dies sollte wegen der breiten ökologischen und soziologischen Amplitude von *Saxifraga oppositifolia* jedoch nicht überbewertet werden.

In standörtlicher Hinsicht nimmt die **Subassoziation von *Puccinellia angustata*** etwas feinkörnigere, aber auch länger schneebedeckte Standorte ein als die **Typische Subassoziation**. Bei der Differenzierung innerhalb der **Typischen Subassoziation** mag ein zoogener Einfluß, in diesem Fall durch Rentiere, von Bedeutung sein. Denn in sämtlichen Aufnahmeflächen der **Variante von *Braya purpurascens*** wurde Rentierkot registriert, der in den übrigen Beständen nirgends zu beobachten war.



**Abb. 31: Schema zum Potentilletum pulchellae an einem Bacheinschnitt im Sverrefjellet (Bockfjorden, ca. 25 m über dem Meer).**

Das Bachufer wird durch Schmelzwasser im Frühsommer immer wieder von einer Seitenerosion beeinträchtigt. Dadurch bleibt der Hang vegetationsfrei, so daß der Permafrost nicht von einer isolierenden Vegetationsdecke geschützt wird. Infolgedessen taut er aus und sinkt ab. Ein Versickern des Wassers wird möglich, wodurch ein Wasserdefizit im Oberboden entsteht. Dieses wird durch den verdunstungsfördernden Einfluß des Windes verstärkt. Der Wind verhindert zudem den Aufbau einer größeren Schneedecke im Winter.

Dem **Puccinellietum angustatae** entsprechend sollte auch das **Potentilletum pulchellae** dem Verband **Arenarion norvegicae** Nordh. 1935, in der Ordnung **Thlaspietalia rotundifolii** Br.-Bl. ap. Br.-Bl. & Jenny 1926 und der Klasse **Thlaspietea rotundifolii** Br.-Bl., Emb. & Mol. 1947 zugeordnet werden. Das **Potentilletum pulchellae** wurde in Spitzbergen bisher nur in der unveröffentlichten Examensarbeit von BRATTBAKK (1979) als "*Potentilla pulchella*-samfunn" pflanzensoziologisch untersucht und mit einer Tabelle von Aufnahmen vom Kapp Smith im Dicksonfjorden belegt. Etwas geringere Affinitäten scheinen dagegen zum "*Poa abbreviata*-*Potentilla pulchella* type" von ELVEN ET AL. (1990) aus dem Gipsdalen zu bestehen, welchen die Autoren innerhalb einer Vegetationsgruppe auf sehr exponierten, stabilen oder erodierten Höhenrücken beschreiben, aber nicht tabellarisch belegen. Diese Gesellschaft hat gemäß der kleinen, unvollständigen Aufzählung ihrer Arten einige, die nicht in den eigenen Aufnahmen enthalten sind: *Poa abbreviata*, *Festuca hyperborea* und *Puccinellia vahliana*. Dennoch ist davon auszugehen, daß auch diese Gesellschaft hier

angeschlossen werden kann. Gleiches gilt für die Ausführungen zur "*Potentilla pulchella* community" von NILSEN (1997). Somit ist davon auszugehen, daß das **Potentilletum pulchellae** eine größere Verbreitung in der Inneren Arktischen Fjordzone und der Mittleren Arktischen Tundrenzone Spitzbergens hat, ohne häufig zu sein. Die bezeichnende Art *Potentilla pulchella* ist außerhalb von Svalbard hocharktisch und zirkumpolar verbreitet, auch wenn in ihrem Areal nach PORILD & CODY (1980) größere Lücken bestehen.

**Tab. 25: Potentilletum pulchellae ass. nov.**

- 1: Typische Subassoziation (*Potentilletum pulchellae* typicum),  
 1a: Typische Variante,  
 1b: Variante von *Braya purpurascens*,  
 2: Subassoziation von *Puccinellia angustata* (*Potentilletum pulchellae* puccinellietosum angustatae).

Nummer der Gesellschaft	1a					1b					2							Stetigk.			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	1a	1b	2	
Laufende Nummer	209	91	387	386	210	435	437	438	436	249	299	354	347	215	217	216	227				
Interne Nummer	2	4	4	1	4	4	4	10	4	1	4	10	4	1	2	1	4				
Fläche (m <sup>2</sup> )	60	25	60	55	60	65	65	50	65	50	45	45	50	60	65	50	40				
Bedeckung (%)	5	7	8	9	12	5	5	6	7	11	4	4	10	10	12	11	15				
Artenzahl	3	3	3	3	4	4	4	3	4	3	3	3	3	4	4	3	3	V	V	V	
<i>Potentilla pulchella</i>	.	.	.	.	.	2	1	+	2	+	.	+	1	.	.	.	.	.	.	II	
<i>Braya purpurascens</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	1	1	2	2	2	2	.	.	V	
<i>Puccinellia angustata</i>	.	.	.	.	.	2	2	1	2	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	V	
<i>Poa arctica</i> ssp. <i>caespitans</i>	.	.	.	.	.	1	1	+	+	1	.	.	.	.	.	.	.	I	V	.	
<i>Draba arctica</i>	.	.	+	.	.	.	.	+	+	+	.	.	.	.	.	2	1	I	III	II	
<i>Saxifraga oppositifolia</i>	+	+	.	.	2	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	III	.	I	
<i>Cochlearia groenlandica</i>	.	.	1	+	.	.	.	.	.	2	.	.	2	.	.	.	.	III	I	I	
<i>Salix polaris</i>	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	1	.	+	.	.	1	.	I	.	III	
<i>Cerastium arcticum</i>	.	+	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	II	.	.	
<i>Saxifraga cespitosa</i>	1	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	II	.	.	
<i>Puccinellia phryganodes</i> ssp. <i>vilfoidea</i>	.	.	.	1	.	.	.	.	.	2	.	.	.	.	.	.	.	I	I	.	
<i>Carex nardina</i>	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	I	.	I	
<i>Draba lactea</i>	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	I	.	I	
<i>Minuartia biflora</i>	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	I	.	I	
<i>Phippsia algida</i>	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I	.	.	
<i>Sagina nivalis</i>	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I	.	.	
<i>Festuca rubra</i> ssp. <i>arctica</i>	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I	.	.	
<i>Silene uralensis</i> ssp. <i>arctica</i>	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I	.	.	
<i>Saxifraga spec.</i>	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I	.	.	
<i>Silene acaulis</i>	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I	.	.	
<i>Potentilla rubricaulis</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	I	II	
<i>Silene furcata</i> ssp. <i>furcata</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	I	.	
<i>Oxyria digyna</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	I	
<i>Festuca brachyphylla</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	I	
<i>Taraxacum arcticum</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	I	
<i>Tortula ruralis</i>	3	.	2	2	3	.	.	.	.	2	.	1	2	2	2	2	2	IV	I	V	
<i>Distichium capillaceum</i>	.	.	1	1	.	2	2	1	2	1	.	.	+	1	.	.	1	II	V	III	
Krustenflechten	.	2	+	+	.	.	.	.	.	+	.	.	1	2	2	2	1	III	I	IV	
<i>Ditrichum flexicaule</i>	1	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	1	1	1	1	1	II	.	III	
<i>Bryum spec.</i>	.	.	.	.	3	.	.	.	.	.	2	.	.	+	+	+	1	I	.	IV	
<i>Hypnum revolutum</i>	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	2	1	I	.	III	
<i>Peltigera rufescens</i>	.	.	.	.	2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	1	.	I	.	II
<i>Polytrichum alpinum</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	.	.	.	II	
<i>Thamnia vermicularis</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	1	.	.	.	II	
<i>Cirriphyllum cirrosom</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	II	
<i>Cetraria islandica</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	.	.	II
<i>Polytrichum sexangulare</i>	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I	.	.	
<i>Ptilidium ciliare</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	

Lokalitäten: 227 u. 249: Kapp Kjeldsen (Bockfj.); 386-387: Sverrefjellet (Bockfj.); 91: Kvikkåa (Liefdefj.); 209-210: Måkeøyane (Woodfj.); 215-217: Store Måkeøy (Woodfj.); 435-438: Äußeres Woodfj.-dalen; 299: Roosflya südl. Finnluvebekken (Woodfj.); 347 u. 354: S-Sjøvernbukta (Bockfj.).

### 6.4.3 *Saxifraga oppositifolia*-Gesellschaft

Die Standorte dieser artenarmen Pioniergesellschaft sind durch ihre feuchten und instabilen Substrate gekennzeichnet. Die *Saxifraga oppositifolia*-Gesellschaft (Tab. 26) ist auf grobkörnig kiesigen Substraten entlang von Bächen und Flüssen und auf Sanderflächen und Schwemmfächern ebenso zu finden wie auf jungem Moränenmaterial mit Thermoerosionserscheinungen und Rutschungen. Die Standorte sind meist basenreich.

Die Stellung der Gesellschaft als Pioniergesellschaft wird durch ihre sehr schütterte und lückige Bedeckung verdeutlicht, die durchschnittlich nur 17,5 % beträgt. Der Gesellschaft gelingt es, die mobilen Standorte für einige Jahre zu besiedeln, ehe sie durch äußere Faktoren wieder vernichtet wird. Solche destruktiven Ereignisse können z.B. durch größeren Schmelzwassereinfluß oder durch Überschüttung mit allochthonen Substraten ausgelöst werden.

Insofern könnte die Gesellschaft auch lediglich als Sukzessionselement aufgefaßt werden. Aufgrund ihres hohen Regenerationsvermögens gelingt es *Saxifraga oppositifolia* jedoch (als einziger Art) die Standorte schnell wiederzubesiedeln. Die Gesellschaft kann dementsprechend als migratorische Dauergesellschaft bezeichnet werden (THANNHEISER 1992). *Saxifraga oppositifolia* kommt dabei für eine gewisse Zeit eine substratstabilisierende Funktion zu, die durch die Bildung langer Wurzelastläufer und durch ihre flach auf der Oberfläche liegenden Sprosse gegeben ist. Sobald eine Stabilisierung des Substrats in Verbindung mit einer geringeren Feuchtigkeit entstanden ist, gerät die Gesellschaft unter den Konkurrenzdruck umgebender Gesellschaften. Die *Saxifraga oppositifolia*-Gesellschaft kann dann durch die Gesellschaften der Schneebodenvegetation und hier insbesondere durch das *Salicetum polaris* (*drepanocladetosum uncinati*) ersetzt werden.

Tab. 26: *Saxifraga oppositifolia*-Gesellschaft.

Laufende Nummer	1	2	3	4	5	6
Interne Nummer	793	809	763	792	705	115
Fläche (m <sup>2</sup> )	10	10	10	10	10	4
Bedeckung (%)	20	15	15	20	15	20
Artenzahl	5	5	5	6	6	9
<i>Saxifraga oppositifolia</i>	2	1	1	1	1	2
<i>Saxifraga cespitosa</i>	1	+	+	1	+	1
<i>Cerastium arcticum</i>	+	+	+	1	.	+
<i>Draba corymbosa</i>	.	+	+	+	+	+
<i>Draba cf. subcapitata</i>	.	.	.	+	+	.
<i>Minuartia rossii</i>	.	.	+	.	.	.
<i>Minuartia rubella</i>	.	.	.	+	.	.
<i>Bistorta vivipara</i>	.	.	.	.	+	.
<i>Silene acaulis</i>	.	.	.	.	+	.
<i>Equisetum variegatum</i>	.	.	.	.	.	+
<i>Minuartia stricta</i>	.	.	.	.	.	+
<i>Oxyria digyna</i>	.	.	.	.	.	+
<i>Stellaria longipes</i>	.	.	.	.	.	+
<i>Pohlia cruda</i>	+	.	.	.	.	.
<i>Tomenthypnum nitens</i>	+	.	.	.	.	.
<i>Cetraria delisei</i>	.	+	.	.	.	.
<i>Xanthoria elegans</i>	.	.	.	.	.	1

Lokalitäten: 705: Moräne Lovénbreen (Kongsfj.); 792, 793 u. 809: Kvadehukken (W-Brøggerhalvøya); 763: Kapp Mitra (S-Mitrahalføya); 115: N-Roosfjya (Woodfj.).

Die *Saxifraga oppositifolia*-Gesellschaft ist floristisch sehr schwach gekennzeichnet (Tab. 3). Mit *Saxifraga oppositifolia*, *S. cernua*, *Cerastium arcticum* und *Draba corymbosa* weist sie zwar vier konstante Gefäßpflanzenarten auf; diese besitzen aber eine derart große ökologische und soziologische Amplitude, daß sie nicht als gute Charakterarten der Gesellschaft angesehen werden können.

Auffallend ist hingegen das geringe Vorhandensein von Moosen und Flechten. Da die *Saxifraga oppositifolia*-Gesellschaft in floristischer Hinsicht kaum positiv gekennzeichnet werden kann, wird sie als Basalgemeinschaft des Verbandes **Arenarion norvegicae** Nordh. 1935 angesehen. Sie untersteht somit auch der Ordnung **Thlaspietalia rotundifolii** Br.-Bl. ap. Br.-Bl. & Jenny 1926 und der Klasse **Thlaspietea rotundifolii** Br.-Bl., Emb. & Mol. 1947. *Saxifraga oppositifolia* ist zirkumpolar verbreitet und kommt in der Arktis wie in den alpinen Stufen temperat-borealer Gebirge vor.

#### 6.4.4 Krustenflechten-*Saxifraga oppositifolia*-Gesellschaft

Die *Krustenflechten-Saxifraga oppositifolia*-Gesellschaft (Tab. 27) findet sich oft unterhalb der höchsten Erhebungen von gehobenen Meeresterrassen in etwas windgeschützter Lage. Dies sind demzufolge die Leebereiche zur Hauptwindrichtung, meist in kleinen Geländevertiefungen. Darüber hinaus tritt die Gesellschaft im Umkreis von Schneefeldern und auf Moränenmaterial auf.

Die Standorte der Gesellschaft können durchaus stärker, aber nicht steil, geneigt sein<sup>34</sup>. Sieht man von reinen Flechtengemeinschaften ab, dann dringt die *Krustenflechten-Saxifraga oppositifolia*-Gesellschaft zusammen mit dem **Papaveretum dahliani** in den größten Höhen bis an die klimatische Schneegrenze vor. Hier existiert die Gesellschaft in stark verarmter Form auf Feinerdeinseln ohne nennenswerte Bodenbildung zwischen Schutt und Geröll.

Innerhalb der *Krustenflechten-Saxifraga oppositifolia*-Gesellschaft erreicht die Vegetationsbedeckung mit durchschnittlich 65 % bereits wesentlich höhere Werte als bei der reinen *Saxifraga oppositifolia*-Gesellschaft. Dennoch handelt es sich um lockere, lückige Vegetationsinseln oder -flecken, die von den Beständen der Gesellschaft ausgebildet werden. Diese Bestände sind zudem wesentlich artenreicher als die der *Saxifraga oppositifolia*-Gesellschaft (19,4 : 6,0 Arten).

Außerhalb der Höhenlagen sind die besiedelten Böden Syrosete oder schwach entwickelte Regosole, die über einen humosen Oberboden verfügen. Basenreiche und kalkhaltige Substrate bilden einen Schwerpunkt in der Verbreitung, sind aber nicht Voraussetzung für die Existenz der Gesellschaft. Denn z.B. an der Eidembukta kommt die Gesellschaft mit verhältnismäßig guter Vitalität auch über kalkfreiem Sandstein und Sandsteinschutt vor, wo die Bodenreaktion nicht größer als pH 5 ist.

Die Standorte der Gesellschaft sind im Frühsommer mäßig bis sehr feucht, trocknen aber im Verlauf der Vegetationsperiode bis zum Spätsommer ab. Im Vergleich zur reinen *Saxifraga oppositifolia*-Gesellschaft sind sie später aper und weisen in der Regel eine fortgeschrittenere Bodenbildung auf. Demzufolge sind die Standorte auch stabiler, unterliegen aber immer noch rezenter Substratbewegungen, z.B. durch Kryoturbation und Solifluktion.

Die *Krustenflechten-Saxifraga oppositifolia*-Gesellschaft steht wie die reine *Saxifraga oppositifolia*-Gesellschaft unter dem Konkurrenzdruck der Schneebodenvegetation, insbesondere des **Salicetum polaris drepanocladetosum uncinati**.

Konstante Arten der *Krustenflechten-Saxifraga oppositifolia*-Gesellschaft sind die nicht weiter differenzierten Krustenflechten und *Saxifraga oppositifolia*. Tab. 27 zeigt deutlich, daß die Gesellschaft in zwei gut voneinander zu trennenden Ausbildungen gegliedert werden kann: Eine *Typische Ausbildung* und eine moosreiche *Ausbildung von Drepanocladus uncinatus*.

---

<sup>34</sup> Die Aufnahmen 128 und 145 in Tab. 27 stammen z.B. aus Hangbereichen mit einer Neigung von 25°. Beide Wuchsorte befanden sich unterhalb eines Schneeflecks.

Tab. 27 Krustenflechten-Saxifraga oppositifolia-Gesellschaft.

- 1: Typische Ausbildung,  
2: Ausbildung von Drepanocladus uncinatus.

Nummer der Gesellschaft	1							2							Stetigk.				
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14			15	16	17
Laufende Nummer	882	883	682	681	678	676	677	73	105	128	574	153	927	49	145	93	157		
Interne Nummer	4	10	4	4	4	4	4	4	1	4	4	10	10	4	4	10	10		
Fläche (m²)	60	60	60	60	70	65	60	80	70	65	65	60	60	70	75	60	70		
Deckung (%)	13	14	13	14	18	19	20	16	15	16	16	18	14	19	19	24	25		
Artenzahl	3	3	3	3	3	3	3	4	4	4	3	3	3	3	4	4	4	V	V
<i>Saxifraga oppositifolia</i>	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	1	1	+	2	2	V	V
<i>Salix polaris</i>	+	+	+	+	+	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	V	II
<i>Bistorta vivipara</i>	.	+	+	+	+	+	+	.	.	.	.	.	.	+	1	+	+	V	III
<i>Luzula arcuata</i> ssp. <i>confusa</i>	.	.	+	+	+	+	+	.	.	.	.	.	.	+	1	+	+	IV	II
<i>Saxifraga cernua</i>	.	.	.	.	+	+	+	.	.	.	.	.	.	1	+	+	+	III	II
<i>Saxifraga cespitosa</i>	+	+	+	+	+	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	V	.
<i>Draba pauciflora</i>	+	.	+	+	+	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	V	.
<i>Cerastium alpinum</i>	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	V	.
<i>Sagina nivalis</i>	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	+	1	I	III
<i>Stellaria longipes</i>	.	.	.	.	+	+	+	.	.	.	+	+	.	.	.	.	+	III	II
<i>Oxyria digyna</i>	.	.	.	.	.	+	+	.	.	.	.	.	.	.	+	+	1	II	II
<i>Cerastium regelii</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	1	+	+	III	III
<i>Papaver dahlianum</i>	.	.	+	+	+	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	III	.
<i>Draba corymbosa</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	1	+	+	.	.	.	.	.	+	.	II
<i>Cerastium arcticum</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	+	+	.	.	+	.	.	II
<i>Draba lactea</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	+	+	.	II
<i>Juncus biglumis</i>	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	+	I	I
<i>Minuartia rubella</i>	1	.	.	.	.	1	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	III	.
<i>Pedicularis hirsuta</i>	.	1	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	III	.
<i>Saxifraga nivalis</i>	.	.	.	.	+	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	III	.
<i>Carex fuliginosa</i> ssp. <i>misandra</i>	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	I	+
<i>Poa arctica</i> ssp. <i>caespitans</i>	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	I
<i>Equisetum variegatum</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	+	.	I
<i>Silene acaulis</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	2	.	I
<i>Poa alpina</i> var. <i>alpina</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	+
<i>Dryas octopetala</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	+
<b>Krustenflechten</b>	<b>4</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>V</b>	<b>V</b>									
<i>Drepanocladus uncinatus</i>	.	+	.	.	.	.	.	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	I	V
<i>Bryum spec.</i>	+	+	+	+	+	1	1	1	3	2	1	1	.	.	2	.	.	V	III
<i>Tomenthypnum nitens</i>	+	+	.	.	.	.	.	1	+	1	1	1	+	+	1	1	1	II	V
<i>Ditrichum flexicaule</i>	.	.	.	.	.	.	.	1	1	2	2	2	+	+	+	1	1	.	V
<i>Distichium capillaceum</i>	+	.	.	.	1	1	.	1	1	+	1	1	.	.	1	.	1	III	IV
<i>Polytrichum alpinum</i>	.	.	+	+	1	.	1	1	.	.	.	+	+	.	+	+	+	III	III
<i>Cetraria delisei</i>	+	+	1	1	+	1	1	+	.	.	.	.	.	.	1	.	.	V	II
<i>Cetraria islandica</i>	.	.	.	+	+	+	+	+	.	+	.	.	.	.	.	+	.	III	II
<i>Orthothecium chryseon</i>	.	.	.	.	.	.	.	2	1	2	1	.	.	.	1	.	+	.	III
<i>Dicranum elongatum</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	+	+	.	.	.	.	.	.	II
<i>Polytrichum sexangulare</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	.	+	.	.	+	.	II
<i>Stereocaulon alpinum/botryosum</i>	.	.	.	.	1	.	1	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	II	+
<i>Tortula ruralis</i>	.	.	.	.	.	.	+	.	+	1	.	.	.	.	.	.	.	I	I
<i>Dicranum fuscescens</i>	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	1	+	I	I
<i>Peltigera rufescens</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	.	.	+	.	.	.	.	II
<i>Hypnum revolutum</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	2	.	.	1	.	.	.	II
<i>Cephaloziella arctica</i>	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	II	.
<i>Anthelia juratzkana</i>	.	.	.	.	.	.	.	1	2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I
<i>Calliergon turgescens</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	+	.	.	I
<i>Pogonatum urnigerum</i>	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I	.

Einmalige Vorkommen mit geringer Bedeckung (+): 677: *Racomitrium canescens*, 73: *Draba subcapitata*, *Racomitrium lanuginosum*, 105: *Minuartia rossii*, 128: *Mnium spec.*, 927: *Silene uralensis* ssp. *arctica*, 49: *Draba alpina*, *Festuca brachyphylla*, *Cladonia pyxidata*, *Hylocomium splendens*, *Polytrichum juniperinum*, 93: *Cochlearia groenlandica*, *Alectoria nigricans*, *Cetraria nivalis*, *Isoterygiopsis pulchella*, 157: *Minuartia stricta*, *Saxifraga tenuis*.

Lokalitäten: 882-883: Vorland Lovénbreen (Kongsfj.); 676-678 u. 681-682: Eidembukta (Forlandsund.), 73: westl. Lernerhalbinsel (Liefdefj.); 93, 105, 145, 153 u. 574: Kvikkåa (Liefdefj.); 128: Fußfläche Wulfberget (Liefdefj.); 927: Moräne Lovénbreen (Kongsfj.); 49: Moräne Glopobreen (Liefdefj.); 157: Brotfjellet westl. Beinbekken (Liefdefj.).

Die folgende Auflistung der konstanten Arten und der Präferenzarten beider Ausbildungen läßt diese Trennung besonders anschaulich werden:

	Typische Ausbildung	Ausbildung von <b>Drepanocladus uncinatus</b>
<b>Konstante Arten</b>	Krustenflechten, <i>Saxifraga oppositifolia</i> , <i>Salix polaris</i> <i>Luzula arcuata</i> ssp. <i>confusa</i> , <i>Bryum</i> spec.	
<b>Konstante Präferenzarten</b>	<i>Bistorta vivipara</i> , <i>Cerastium alpinum</i> , <i>Draba pauciflora</i> , <i>Cetraria delisei</i>	<i>Drepanocladus uncinatus</i> , <i>Ditrichum flexicaule</i> , <i>Tomenthypnum nitens</i>
<b>Häufige Präferenzarten</b>	<i>Saxifraga cernua</i>	
<b>Verbreitete Präferenzarten</b>	<i>Minuartia rubella</i> , <i>Pedicularis hirsuta</i> , <i>Saxifraga nivalis</i>	<i>Cerastium regelii</i> , <i>Sagina nivalis</i> , <i>Orthothecium chryseon</i>
<b>Mehrmalige Präferenzarten</b>	<i>Cephaloziella arctica</i> , <i>Stereocaulon alpinum/botryosum</i>	<i>Cerastium arcticum</i> , <i>Dicranum elongatum</i> , <i>Draba corymbosa</i> , <i>Draba lactea</i> , <i>Hypnum revolutum</i> , <i>Peltigera rufescens</i> , <i>Polytrichum sexangulare</i>

Die *Ausbildung von Drepanocladus uncinatus* nimmt bezüglich ihres Standortes etwas feuchtere Bereiche ein, die während der Vegetationsperiode nicht so stark abtrocknen. Die Standorte besitzen außerdem einen etwas stärkeren und längeren Schneeschutz, haben also eine geringfügig kürzere Aperaturzeit. Wahrscheinlich ist ihr Substrat auch etwas kalkhaltiger. Wenn zuvor bereits von einer Beziehung zum **Salicetum polaris (drepanocladetosum uncinati)** gesprochen wurde (s.o.), dann ist es gerade die *Ausbildung von Drepanocladus uncinatus*, die diese Beziehung nicht nur markiert, sondern bereits einen Übergang zu dieser Assoziation darstellt.

Die hier vorgestellte *Krustenflechten-Saxifraga oppositifolia*-Gesellschaft wurde in Spitzbergen mehrfach pflanzensoziologisch untersucht. Die Gesellschaft ist gut zu vergleichen mit: der "*Saxifraga oppositifolia* community" von DUBIEL & OLECH (1990), der "*Saxifraga oppositifolia*-pioneer community", der "*Saxifraga oppositifolia*-Sanonia uncinata community" und der "*Saxifraga oppositifolia*/*Salix polaris*-Sanonia uncinata community" von NILSEN (1997) sowie Teilen der "*Tundra of deflation areas*" von GUGNACKA-FIEDOR & NORYSKIEWICZ (1982), der "*Deflationsheiden*" und der "*Flechtenheiden*" von EUROLA (1968) und des **Papaveretum dahliani saxifragetosum oppositifoliae** Hofmann 1968. Die Gesellschaft ist in Nordwestspitzbergen wie im übrigen Svalbard weit verbreitet.

Mit der verwendeten neutralen Bezeichnung *Krustenflechten-Saxifraga oppositifolia*-Gesellschaft wird hier weder dem Assoziationsnamen **Saxifragetum oppositifoliae** prov. Hadač 1946 noch dem **Sagino-Saxifragetum oppositifoliae** (Gjærev. 1950) Dierßen 1996 gefolgt. Dies geschieht vor allem aus floristischen Gründen. Dennoch kann die *Krustenflechten-Saxifraga oppositifolia*-Gesellschaft wie jene beiden dem Verband **Arenarion norvegicae** angeschlossen werden und untersteht somit der Ordnung **Thlaspietalia rotundifolii** Br.-Bl. ap. Br.-Bl. & Jenny 1926 und der Klasse **Thlaspietea rotundifolii** Br.-Bl., Emb. & Mol. 1947.

#### 6.4.5 **Papaveretum dahliani Hofmann 1968**

Das **Papaveretum dahliani** (Tab. 28) kommt als schütterere Pioniergesellschaft mit disjunkten Beständen auf einer Vielzahl von Standorten vor:

- auf offenen Schotterfluren,
- auf offenen Flußterrassen und grobkörnigen Alluvien von Gletscherbächen ("Kiesbetten"),

- auf Block- und Geröllhalden an Gebirgshängen,
- auf solifluidal oder durch Rutschungen beeinflussten Hängen,
- in Hochlagen auf lockerem, wenig feuchten Moränenmaterial und
- auf windexponierten, grobkörnigen Meeresterrassen.

Die Assoziation wird in ihrer Physiognomie deutlich von den Gefäßpflanzenarten bestimmt. Unter diesen dominiert *Papaver dahlianum*, erreicht aber selbst keine höheren Deckungsgrade als 3. Der Deckungsgrad 3 darf dabei nicht darüber hinweg täuschen, daß es sich um Werte im unteren Bereich der Spannweite von 25 - 50 % handelt. Dies wird durch die durchschnittliche Gesamtbedeckung deutlich, die lediglich 31 % beträgt. Unter den Kryptogamen kommt nur den Krustenflechten mit einem Bedeckungsgrad von maximal 2 eine gewisse Bedeutung zu.

Die Standorte der Assoziation weisen im Winter keine mächtige Schneebedeckung auf. Sie sind mäßig feucht bis saisonal trocken und nicht sehr basenreich. Ein Abtrocknen der Substrate wird durch geringe Niederschläge, Wind und wasserzuges Moränen-, Schutt- oder auch Schottermaterial gefördert. Es geschieht häufig bereits zur Mitte der Vegetationsperiode. Die besiedelten Böden sind Rohböden oder Syroseme, die kaum eine Humusakkumulation aufweisen. Dies wird auch dadurch verhindert oder begrenzt, daß die abfallende Streu durch starke Winde fortgeblasen wird. Wenn das Substrat einen höheren Feinerdeanteil und dementsprechend auch eine länger andauernde, größere Feuchtigkeit besitzt, unterliegen die Bestände in Hanglagen einer verstärkten Solifluktion. Sie schließen in solchen Fällen in standort-ökologischer Hinsicht an die *Saxifraga oppositifolia*-Gesellschaft an.

*Papaver dahlianum* gedeiht dort optimal, wo er keinem großen Konkurrenzdruck ausgesetzt ist. Dies bezieht sich insbesondere auf die Wurzelkonkurrenz, da *Papaver dahlianum* einen recht großen Wurzelraum benötigt. Doch auch in dichten Moos- oder Zwergstrauchbeständen fällt *Papaver dahlianum* weitgehend aus, da sich dort seine Sämlinge nicht durchsetzen können. Zur Verjüngung und Erhaltung von *Papaver dahlianum*-Beständen scheint somit eine kontinuierliche Samenproduktion unbedingt erforderlich (BLISS ET AL. 1984), wobei die Art für ihre Blühindikation auf den arktischen Langtag angewiesen ist.

Aus europäischer Sicht ist *Papaver dahlianum* hocharktisch und disjunkt verbreitet. Das **Papaveretum dahliani** löst in Spitzbergen das **Papaveretum radicati** Dierßen 1992 ab, das in Europa eine boreal(-alpine) bis niederarktische Verbreitung besitzt. Einige südliche Vorposten des **Papaveretum dahliani** finden sich auf Flußschottern der Varanger-Halbinsel in Nordnorwegen (DIERSSEN 1996: 510). Ähnliche Gesellschaften mit dominanten Pflanzenarten aus dem bislang wenig bearbeiteten *Papaver*-Komplex sind darüber hinaus zirkumpolar verbreitet und mit Vorkommen in Franz-Joseph-Land, von den sibirischen Inseln (*Papaver polare*), aus der amerikanischen Arktis und aus Grönland (*Papaver radicum*) beschrieben worden. In der Arktischen Polarwüstenzone bildet das **Papaveretum dahliani** die kennzeichnende Assoziation der zonalen Vegetation (s.a. Kap. 4.2).

Die Assoziation kann dem Verband **Arenarion norvegicae** Nordh. 1935 unterstellt werden. Ein neuer Verband wie ihn HOFMANN (1968) mit dem **Papaverion dahliani** all. prov. vorschlägt, ist nicht erforderlich. Die weiteren, höheren pflanzensoziologischen Einheiten, denen das **Papaveretum dahliani** untersteht, sind die Ordnung **Thlaspietalia rotundifolii** Br.-Bl. ap. Br.-Bl. & Jenny 1926 und die Klasse **Thlaspietea rotundifolii** Br.-Bl., Emb. & Mol. 1947.

Anhand seines Materials aus dem Fremansundet-Gebiet gliedert HOFMANN (1968) das **Papaveretum dahliani** in drei Subassoziationen: Das **Papaveretum dahliani typicum**, das **P. d. saxifragetosum oppositifoliae** und das **P. d. salicetosum polaris**. Die Subassoziationen sind von HOFMANN aber leider nicht tabellarisch belegt.

Tab. 28: *Papaveretum dahliani* Hofm. 1968.

- 1: *Papaveretum dahliani typicum* Hofm. 1968,  
2: *Papaveretum dahliani salicetosum polaris* Hofm. 1968.

Nummer der Gesellschaft	1					2					Stetigk.	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
Laufende Nummer	310	220	575	52	54	761	732	146	148	104		
Interne Nummer	10	10	4	10	10	4	4	4	10	10		
Fläche (m <sup>2</sup> )	30	30	25	20	25	30	30	50	35	30		
Bedeckung (%)	12	14	15	16	22	11	11	22	23	26	1	2
Artenzahl	3	3	2	2	2	2	2	3	3	3	V	V
<i>Papaver dahlianum</i>	.	.	.	.	.	1	1	3	2	1	V	V
<i>Salix polaris</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	V	III
<i>Saxifraga oppositifolia</i>	1	1	+	1	+	1	+	.	.	.	IV	I
<i>Poa alpina</i> var. <i>alpina</i> & var. <i>vivipara</i>	.	+	+	+	+	+	.	.	.	.	II	III
<i>Cerastium arcticum</i>	+	.	.	.	+	.	.	+	+	1	II	III
<i>Saxifraga cernua</i>	.	.	.	1	+	.	.	+	+	+	II	III
<i>Luzula arcuata</i> ssp. <i>confusa</i>	.	.	.	.	.	+	1	1	1	1	.	V
<i>Saxifraga cespitosa</i>	.	1	1	.	.	+	.	+	.	.	II	II
<i>Draba corymbosa</i>	.	.	.	.	+	.	.	+	.	+	I	III
<i>Phippsia algida</i>	1	.	.	1	+	.	.	.	.	.	III	.
<i>Draba subcapitata</i>	.	+	+	+	.	.	.	.	.	.	III	.
<i>Sagina nivalis</i>	.	+	+	.	.	.	.	.	.	+	II	I
<i>Saxifraga nivalis</i>	.	.	.	.	+	.	+	+	.	.	I	II
<i>Bistorta vivipara</i>	.	.	.	.	.	.	.	+	+	+	.	III
<i>Draba arctica</i>	.	.	.	+	+	.	.	.	.	.	II	.
<i>Cardamine bellidifolia</i>	.	.	.	.	1	.	.	.	.	+	I	I
<i>Saxifraga hyperborea</i>	.	.	.	.	+	.	.	.	.	1	I	I
<i>Oxyria digyna</i>	.	.	.	.	.	.	+	1	.	.	.	II
<i>Stellaria longipes</i>	.	.	.	.	.	.	.	+	+	.	.	II
Krustenflechten	+	2	2	2	2	1	2	2	1	2	V	V
<i>Pogonatum urnigerum</i>	+	.	+	+	1	+	1	1	1	+	IV	V
<i>Polytrichum alpinum</i>	.	.	1	1	+	+	+	+	+	1	III	V
<i>Hypnum revolutum</i>	+	.	+	+	1	.	.	+	+	+	IV	III
<i>Stereocaulon alpinum</i>	+	+	+	+	1	.	.	.	.	1	V	I
<i>Cetraria islandica</i>	.	.	.	.	.	+	+	+	+	+	.	V
<i>Pohlia cruda</i>	+	.	+	+	+	.	+	.	.	.	IV	I
<i>Dicranum angustum</i>	+	.	+	1	+	.	.	.	1	.	IV	I
<i>Distichium capillaceum</i>	.	+	.	+	.	.	.	.	+	1	II	II
<i>Tomenthypnum nitens</i>	.	.	.	.	.	+	.	.	1	+	.	III
<i>Cladonia pyxidata</i>	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	II	.
<i>Tortula ruralis</i>	.	1	+	.	.	.	.	1	.	.	II	I
<i>Thamnia vermicularis</i>	.	.	+	+	.	.	.	.	+	.	II	I
<i>Polytrichum piliferum</i>	.	.	.	.	1	.	.	1	.	.	I	I
<i>Cladonia coccifera</i>	.	.	.	.	.	.	.	+	+	.	.	II
<i>Tortella tortuosa</i>	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	I	.
<i>Ditrichum flexicaule</i>	.	.	.	.	.	.	.	2	.	.	.	I
<i>Drepanocladus uncinatus</i>	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	I
<i>Drepanocladus revolvens</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	I
<i>Campylium stellatum</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	I

Mit geringer Stetigkeit (I) und geringer Bedeckung (+): 310: *Draba oxycarpa*,  
220: *Cochlearia groenlandica*, *Puccinellia angustata*, *Bryoria chalbeiformis*, 54: *Solorina crocea*,  
Timmia austriaca, 146: *Minuartia stricta*, 148: *Poa pratensis* ssp. *alpigena*, *Puccinellia vahliana*,  
*Festuca baffinensis*, *Silene acaulis*, *Hylocomium splendens*,  
104: *Draba lactea*, *Poa arctica* ssp. *caespitans* var. *vivipara*, *Saxifraga tenuis*, *Cetraria nivalis*,  
*Cinclidium arcticum*.

Lokalitäten: 52, 54, 146 u. 148: Kvikkåa (Liefdefj.); 104: östl. Globbreen (Liefdefj.); 732 u. 761:  
Fußfläche Grimalditoppen (Krossfj.); 220: Roosflya südl. Korkbekken (Woodfj.);  
310 u. 575: E-Finnluva (Zentral-Germaniahelvøya).

Die eigenen Aufnahmen der Assoziation lassen sich in eine Typische Subassoziation und eine Subassoziation von *Salix polaris* gliedern (s. Tab. 28). Sie werden dementsprechend als ***Papaveretum dahliani typicum*** und als ***Papaveretum dahliani salicetosum polaris*** bezeichnet.

In der **Typischen Subassoziation** sind neben *Papaver dahlianum* die Arten *Saxifraga oppositifolia*, *Stereocaulon alpinum* und die Krustenflechten konstant. Von diesen ist aber nur *Stereocaulon alpinum*

zugleich Präferenzart gegenüber der **Subassoziation von *Salix polaris***. Weitere Präferenzarten der **Typischen Subassoziation** sind: *Poa alpina*, *Pohlia cruda* und *Dicranum angustum* (alle häufig), *Phippsia algida* und *Draba subcapitata* (verbreitet) sowie *Sagina nivalis* und *Cladonia pyxidata* (mehrfach).

Demgegenüber sind die konstanten Arten der **Subassoziation von *Salix polaris*** die bezeichnende Polarweide, *Luzula arcuata ssp. confusa*, *Pogonatum urnigerum*, *Polytrichum alpinum* und *Cetraria islandica*. *Cetraria islandica*, *Salix polaris* und *Luzula arcuata ssp. confusa* sind dabei sehr gute Präferenzarten, da sie nicht in der **Typischen Subassoziation** vorkommen. Neben ihnen sind außerdem *Draba corymbosa*, *Bistorta vivipara*, *Tomenthypnum nitens* (alle verbreitet) sowie *Oxyria digyna*, *Stellaria longipes* und *Cladonia coccifera* (alle mehrfach vorkommend) Präferenzarten.

Die Standorte des **Papaveretum dahliani salicetosum polaris** besitzen im Vergleich zu denen der **Typischen Subassoziation** mehr Feinmaterial im Substrat und haben einen etwas mächtigeren, aber nicht unbedingt längeren Schneeschutz. Somit bleiben die Standorte länger feucht. Sehr wichtig ist außerdem, daß alle Aufnahmen des **Papaveretum dahliani typicum** in Hochlagen von über 200 m über dem Meer angefertigt wurden: Die Aufnahmen 52 und 58 in Tab. 28 in 500 m, die Aufnahme 310 sogar 610 m über dem Meer. Die Aufnahmen des **Papaveretum dahliani salicetosum polaris** stammen dagegen alle aus Tieflandslagen von unter 200 m über dem Meer.

Neben HOFMANN (1968) bearbeitete auch ELVEBAKK (1979) das **Papaveretum dahliani** in Svalbard (Brøggerhalvøya). Aus dem Sørkapp Land stammen weitere pflanzensoziologische Untersuchungen von DUBIEL & OLECH (1990) zu einer "Papaver dahlianum-community" wie auch von BROSSARD ET AL. (1984) zu einem "Papaver dahlianum-type" von der Brøggerhalvøya. Sie lassen sich genauso wie die "Papaver dahlianum polar desert" und die "Papaver dahlianum-Racomitrium panschii community" von VIRTANEN & EUROLA (1997) und die "Papaver dahlianum group" von VIRTANEN ET AL. (1997) dem **Papaveretum dahliani** anschließen. Das **Papaveretum dahliani saxifragetosum oppositifoliae** Hofm. 1968 sollte meines Erachtens besser der *Krustenflechten-Saxifraga oppositifolia*-Gesellschaft angeschlossen werden.

#### 6.4.6 (Anthelio-) **Luzuletum arcuatae Nordhagen 1928**

Das (Anthelio-) **Luzuletum arcuatae** besiedelt windexponierte und deflationsanfällige Standorte vom Meeresniveau bis in Höhen über 500 m. Die Aufnahme 191 in Tab. 29 stammt z.B. aus einer Höhe von 300 m über dem Meer, die Aufnahmen 369 und 370 aus 450 m und die Aufnahme 190 aus 500 m über dem Meer. Dabei nimmt die Assoziation häufig Frostmusterböden ein, vor allem Polygonstrukturen. In Hanglagen (gemessen wurden bis 30°, Aufn. 370) wird sie zusätzlich durch die Solifluktion beeinflusst. Die Böden sind flachgründig, versauert (LUND 1979 berichtet von pH 5,3 - 5,6) und nährstoffarm. Durch die moderate Schneedecke ist die Assoziation im Winter zwar gut vor Frosteinwirkungen etc. geschützt, dennoch kann noch nicht von einer Schneebodengesellschaft gesprochen werden. Während der Schneeschmelze erhalten die Standorte der Assoziation eine größere Schmelzwasserzufuhr, wodurch sie im Frühsommer durch den hochanstehenden und wasserstauenden Permafrost zunächst sehr feucht oder naß sind. Fehlende oberflächliche Wasserzufuhr während der Hauptvegetationszeit und ein Absinken der Permafrosttafel lassen die Standorte allerdings mehr und mehr abtrocknen, so daß sie saisonal trocken sind.

Mit etwa 50 % Bedeckung ist die Assoziation schütter und lückig ausgebildet. Sie wird im wesentlichen von *Luzula arcuata ssp. confusa* dominiert, wobei allerdings *Racomitrium lanuginosum* in der Kryptogamenschicht teilweise co-dominant werden kann. Neben *Luzula arcuata ssp. confusa* sind nur die Krustenflechten, die in den offenen Stellen der Bestände siedeln, konstant. Das in Klammern

gesetzte "Anthelio-" des Assoziationsnamen verweist auf das filigrane Lebermoos *Anthelia juratzkana*, welches in den eigenen Bestandsaufnahmen allerdings selten ist.

Gemäß Tab. 29 kann die Assoziation in zwei Subassoziationen untergliedert werden: In die **Typische Subassoziation** und die **Subassoziation von *Racomitrium lanuginosum***. Die beiden Subassoziationen sind bezüglich ihrer floristischen Zusammensetzung durch mehrere Arten voneinander zu unterscheiden. In der **Subassoziation von *Racomitrium lanuginosum*** ist die bezeichnende und konstante Art zusammen mit der ebenfalls konstanten *Cetraria islandica* eine gute Präferenzart. Dies gilt auch für den schwach konstanten *Papaver dahlianum* und die häufigen Präferenzarten *Cetraria nivalis* und *Hylocomium splendens*. Weitere Präferenzarten sind *Cladonia pyxidata* und *Tortella spec.* Diesen Arten stehen in der **Typischen Subassoziation** der konstanten *Ditrichum flexicaule* und den mehrfach vorkommenden *Oncophorus virens* und *Cladonia mitis* gegenüber.

Durch ihre ausgeprägte Bryophytenschicht weist die **Subassoziation von *Racomitrium lanuginosum*** etwas höhere Bedeckungsgrade auf als die **Typische Subassoziation** (54,5 : 42,5 % im Durchschnitt). Die **Typische Subassoziation** existiert auf etwas exponierteren Standorten, so daß der winterliche Schneeschutz und die oberflächliche Wasserzufuhr im Frühsommer geringer sind. Da der **Typischen Subassoziation** außerdem eine ausgeprägte und somit feuchtigkeitsregulierende Mooschicht fehlt, trocknen die Standorte schneller ab.

Die Ermittlung der oberirdischen Phytomasse ergab im Liefdefjorden durchschnittlich 134 g m<sup>-2</sup> für die **Typische Subassoziation**; ein geringer Wert, der die offene, schütterere Physiognomie der Bestände verdeutlicht. Für die **Subassoziation von *Racomitrium lanuginosum*** wurden leider keine Phytomassedaten erhoben. Durch den Einfluß der Bryophyten, vor allem natürlich *Racomitrium lanuginosum*, werden die Bestandsvorräte allerdings stark ansteigen und sicherlich mehr als das Doppelte erreichen.

Das (**Anthelio-**) **Luzuletum arcuatae** ist eine recht vielgestaltige Assoziation mit einem Verbreitungsschwerpunkt in Skandinavien. Das gesamte Verbreitungsgebiet kann als boreal(-alpin) bis arktisch umrissen werden (DIERSSEN 1992). In Spitzbergen sind vergleichbare Gesellschaften bisher von ELVEBAKK (1985) als **Cetrario nivalis-Luzuletum arcuatae** ass. prov. beschrieben worden. Neben diesem können auch Teile der "Cetraria nivalis-Cladonia rangiferina community" von DUBIEL & OLECH (1990) und der "Racomitrium lanuginosum-vegetatie" von HEINEMEIJER (1979) sowie Teile der "Luzulamark" von LUND (1979) und HJELMSTAD (1981) hier angeschlossen werden. Bereits weniger Affinitäten bestehen dann noch zur "Gymnomitrium coralloides community" von DUBIEL & OLECH (1990).

Das (**Anthelio-**) **Luzuletum arcuatae** untersteht folgenden höheren pflanzensoziologischen Einheiten: Dem Verband **Saxifrago stellaris-Oxyrion digynae** Gjørev. 1950, der Ordnung **Androsacetalia alpinae** Br.-Bl. ap. Br.-Bl. & Jenny 1926 und der Klasse **Thlaspietea rotundifolii** Br.-Bl., Emb. & Mol. 1947.

Tab. 29: (Anthelio-) Luzuletum arcuatae Nordh. 1928.

- 1: Typische Subassoziation,  
2: Subassoziation von Racomitrium lanuginosum.

Nummer der Gesellschaft	1								2										Stetigk.		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18			19
Laufende Nummer	161	394	57	831	751	191	370	162	393	395	188	201	189	190	187	369	195	198	19		
Interne Nummer	2	0,5	10	4	4	10	10	10	0,5	0,5	4	4	10	10	10	10	10	4	4		
Fläche (m²)	75	40	30	35	35	50	25	50	40	50	70	75	60	40	50	40	45	80	50		
Bedeckung (%)	9	9	14	17	14	19	27	22	10	9	17	19	21	21	22	23	29	29	32	1	2
Artenzahl	4	3	3	2	2	3	2	3	2	2	3	3	3	3	2	3	3	3	3	V	V
Luzula arcuata ssp. confusa	.	1	.	+	+	1	+	+	.	.	.	.	+	+	+	1	+	2	+	IV	IV
Saxifraga oppositifolia	.	.	+	+	+	1	+	+	.	.	.	.	1	+	1	+	2	+	+	IV	IV
Saxifraga cernua	2	.	.	.	+	+	+	2	.	.	.	2	+	1	+	+	1	2	IV	IV	
Salix polaris	.	.	1	+	+	+	+	+	.	.	.	.	+	+	+	1	.	1	1	IV	III
Saxifraga cespitosa	.	.	+	1	1	.	.	1	.	.	.	1	2	+	+	.	1	+	1	III	IV
Oxyria digyna	.	.	.	.	.	.	+	1	.	.	.	1	+	+	+	+	2	1	+	II	IV
Papaver dahlianum	.	.	1	1	+	1	+	.	.	.	.	1	.	+	.	+	2	1	+	III	III
Cerastium arcticum	.	.	+	1	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	1	1	.	III	II
Saxifraga nivalis	.	.	.	+	.	.	.	+	+	.	.	.	.	.	+	.	1	+	+	II	II
Cardamine bellidifolia	.	+	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	+	+	+	.	+	II	II
Saxifraga tenuis	.	.	.	+	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	II	I
Sagina nivalis	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	1	1	1	.	.	.	.	.	I	II
Cerastium alpinum	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	+	+	.	1	.	.	.	I	II
Draba lactea	.	.	.	+	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	I	II
Poa alpina var. alpina	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	II	+
Minuartia rubella	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	.	.	I	I
Stellaria longipes	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	1	.	I	I
Draba micropetala	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	I	+
Luzula arctica	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	I	+
Cerastium regelii	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	I	+
Minuartia stricta	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	I	+
Draba nivalis	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	1	.	I
Racomitrium lanuginosum	.	.	.	.	.	.	.	.	2	3	4	3	2	2	3	2	2	3	3	.	V
Cetraria islandica	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	1	1	1	+	+	+	1	1	1	.	V
Krustenflechten	2	2	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	1	3	2	1	+	2	V	V
Polytrichum sexangulare	1	+	2	.	.	+	+	.	.	.	+	.	.	2	.	1	1	2	1	III	III
Ditrichum flexicaule	+	+	+	.	+	1	1	+	.	.	.	1	.	.	.	1	1	1	1	V	II
Drepanocladus uncinatus	.	.	.	+	.	+	+	+	.	.	.	.	.	+	+	+	1	1	1	III	III
Cladonia coccifera	.	.	+	.	+	+	+	.	.	.	+	.	.	.	.	+	+	+	+	III	III
Polytrichum alpinum	.	+	+	.	.	.	.	.	.	+	1	.	+	.	.	1	1	1	.	II	III
Cetraria nivalis	.	.	.	.	.	.	+	.	+	1	1	1	+	.	1	.	2	.	.	I	IV
Stereocaulon alpinum & spec.	.	.	1	.	+	+	.	.	1	.	.	1	.	.	.	.	+	1	1	II	III
Pohlia cruda	.	.	.	+	.	2	1	.	.	.	.	.	+	+	.	+	.	.	+	II	II
Cetraria delisei	.	.	.	+	.	.	1	.	.	.	.	1	+	+	.	1	1	1	.	II	III
Tortula ruralis	.	.	.	.	.	+	1	.	+	.	.	.	.	1	1	.	1	.	+	II	III
Hylocomium splendens	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	1	+	.	.	+	+	1	+	.	IV
Cladonia furcata	+	.	.	.	.	.	+	.	+	.	+	+	.	.	.	1	.	.	.	II	II
Dicranum elongatum	+	.	.	.	.	.	+	.	.	+	+	.	.	.	.	1	.	.	+	II	II
Cladonia pyxidata	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	.	.	+	+	+	+	III	
Distichium capillaceum	3	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	1	.	.	1	.	.	1	1	II	II
Dicranum fuscescens	.	.	.	.	.	.	2	.	.	.	.	2	1	+	.	.	1	.	1	I	II
Solorina crocea	.	.	+	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	+	II	I
Oncophorus virens	.	.	.	+	+	.	2	.	.	.	.	.	.	.	2	.	.	.	.	II	+
Hypnum revolutum	.	.	.	.	.	+	+	.	.	.	.	.	+	+	.	.	.	.	.	II	I
Polytrichum juniperinum	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	+	1	I	II
Peltigera rufescens	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	+	.	.	I	I
Timmia austriaca	.	.	.	.	+	.	2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2	.	II	+
Tortella spec.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	1	.	2	.	.	II
Cladonia mitis	.	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	II	.
Anthelia juratzkana	.	.	.	.	.	.	2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	3	I	+
Cetraria cucullata	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I
Sphaerophorus globosus	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	I
Ptilidium ciliare	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	1	.	.	.	.	.	.	.	.	I
Cladonia cornuta	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	I
Ochrolechia frigida	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	3	2	.	.	I
Scapania quadrata	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2	.	.	+

Einmalige Vorkommen mit geringer Deckung (+): 191. Festuca vivipara, Poa arctica ssp. caespitans, 831. Bryum spec., 751. Silene acaulis, 370. Draba glabella var. glabella, Poa glauca, 189. Draba corymbosa, 187. Draba fladnizensis.

Lokalitäten: 161, 162, 189, 195, 198, 201, 393-395 u. 57: Kvikkåa (Liefdefj.); 187-188: Brotfjellet westl. Beinbekken (Liefdefj.); 191: Botnberget (Liefdefj.); 369-370: "Texas-Bar" (Liefdefj.); 190: Wiederöefjella (Liefdefj.); 19: Brotfjellet (Liefdefj.).

#### 6.4.7 **Sphaerophoro-Racomitrietum lanuginosi (Hadač 1946) Hofmann 1968**

Das **Sphaerophoro-Racomitrietum lanuginosi** (Tab. 30) tritt vom küstennahen Tiefland bis in große Höhen auf, und zwar überall dort, wo die Assoziation von einer hohen Luftfeuchtigkeit aus Nebel oder Wolken profitieren kann (die Aufnahme 56 in Tab. 30 wurde beispielsweise in 675 m über dem Meer an einem 3°S exponierten Hang angefertigt). Einen langandauernden feuchten Untergrund kann die Assoziation dagegen offensichtlich nicht vertragen (vgl. HOFMANN 1968), denn sie besiedelt vor allem schwer verwitterbaren, wasserzügigen, groben Stein- und Blockschutt ohne nennenswerten Feinerdeanteil oder ebenso wasserzügige kleine Steine oder Kies und Grus.

In Verbindung mit einer maximal moderaten winterlichen Schneedecke trocknen die Standorte nach der Schneeschnmelze etwas schneller ab als die des (**Anthelio-**) **Luzuletum arcuatae**. Die Standorte sind meist nahezu horizontal, so daß sich das dominierende *Racomitrium lanuginosum* teppichartig ausbreiten kann. Bei einer durchschnittlichen Bedeckung von 85 % ist die Oberfläche allerdings nie komplett von *Racomitrium lanuginosum* überzogen. Die lebende Moosschicht erreicht eine Mächtigkeit von 2 - 5 cm. Die Bodenbildung geht nicht über initiale Stadien hinaus, obwohl durch die Moosschicht stets ausgeprägte Auflagehumushorizonte existieren. Da die Substrate kaum oder selten Kalk enthalten, zeigen sie überwiegend eine saure Reaktion; HADAČ (1989) berichtet von pH 4 - 6, BRATTBÄKK (1985h) aber auch von pH 6,7.

Da die Standorte des **Sphaerophoro-Racomitrietum lanuginosi** in der Regel nahezu horizontal sind, ist die Assoziation auf Geländekuppen einem großen Windeinfluß ausgesetzt. In solchen Fällen wächst *Racomitrium lanuginosum* immer zur windabgewandten Seite. Damit deutet sich bereits an, daß die Assoziation in optimaler Ausbildung etwas unterhalb der höchsten Punkte herausragender Steine oder Felsen vorkommt. In diesen geschützten Lagen ist *Racomitrium lanuginosum* vitaler als in extrem windexponierten Situationen und die Assoziation artenreicher (vgl. DUBIEL & OLECH 1990).

Die oberirdische Phytomasse der Bestände beträgt durchschnittlich 870 g m<sup>-2</sup> auf der Brøggerhalvøya und 880 g m<sup>-2</sup> im Adventdalen (BRATTBÄKK 1985h). Den größten Anteil an diesem recht hohen Bestandsvorrat haben die Bryophyten. Das **Sphaerophoro-Racomitrietum lanuginosi** stellt nach BRATTBÄKK (a.a.O.) ein Winterfuttergebiet für Rentiere dar, wobei das Svalbard-Ren im Gegensatz zum europäischen Festland-Ren vermehrt Moose (z.T. auch Pilze) als Flechten frißt (STAALAND ET AL. 1982). Da *Racomitrium lanuginosum* vießempfindlich ist, gehen die Deckungsgrade des Moores innerhalb der Assoziation bei starkem Vieß ebenso zurück wie die von Flechten und von *Salix polaris* (WEGENER, HANSEN & JACOBSEN 1992). Entsprechende Auswirkungen auf die Phytomasse sind evident. Durch Fraß oder Tritt werden darüber hinaus Lücken in die Moosdecke gerissen, die dem Wind folglich eine größere Angriffsfläche bieten, so daß solche Bestände durchaus einem weiteren Abbau unterliegen.

Die Assoziation zeichnet sich durch die Dominanz der Kryptogamen und die geringe Abundanz der Phanerogamen gegenüber dem (**Anthelio-**) **Luzuletum arcuatae** aus (s. Tab. 30). "Blütenpflanzen ... wirken wie zufällige Arten" (HOFMANN 1968). In den Aufnahmen der Tab. 30 beträgt das Verhältnis von Kryptogamen- zu Phanerogamenarten durchschnittlich 12,2 : 0,9, während es für die **Typische Subassoziation** und die **Subassoziation von Racomitrium lanuginosum** des (**Anthelio-**) **Luzuletum arcuatae** bei 8,5 : 7,9 bzw. 8,3 : 12,8 liegt. Konstante Arten des **Sphaerophoro-Racomitrietum lanuginosi** sind neben *Racomitrium lanuginosum* und *Sphaerophorus globosus* die Flechten *Cetraria islandica* und *Cetraria nivalis*. Mit *Cetraria cucullata* und *Alectoria nigricans* sind zwei weitere Flechtenarten schwach konstant, entsprechend auch das Moos *Dicranum elongatum*.

Die charakteristische Kombination des mit hohen Deckungsgraden dominierenden *Racomitrium lanuginosum* mit den windharten Flechten sowie das geringe Vorkommen von Phanerogamen

kennzeichnen die Assoziation sehr gut. Sie ist zugleich ein floristisch-soziologisches und ein ökologisches Merkmal, das die Assoziation von dem (**Anthelio-**) **Luzuletum arcuatae** abgrenzt (vgl. HOFMANN 1968). Sicherlich bestehen Übergänge und Gemeinsamkeiten insbesondere zur **Subassozi-ation von Racomitrium lanuginosum** des (**Anthelio-**) **Luzuletum arcuatae**. Dennoch scheint es gerechtfertigt, das **Sphaerophoro-Racomitrietum lanuginosi** als eigenständige Assoziation gelten zu lassen, obwohl z.B. DIERSSEN (1996) diese Assoziation dem (**Anthelio-**) **Luzuletum arcuatae** anschließt. Die Trennung beider Assoziationen wird durch die Berechnung ihrer Frequenz-Gemeinschaftskoeffizienten (ELLENBERG 1956) gestützt. Die Berechnung wurde für die beiden Subassoziationen des (**Anthelio-**) **Luzuletum arcuatae** und das **Sphaerophoro-Racomitrietum lanuginosi** durchgeführt. Die zugehörige Formel lautet:

$$Gf(\%) = \frac{Fc / 2}{Fa + Fb + Fc / 2} \cdot 100$$

mit: Fa = Summe der Frequenzprocente von Arten, die nur in der Gesellschaft A vorkommen;  
 Fb = Summe der Frequenzprocente von Arten, die nur in der Gesellschaft B vorkommen;  
 Fc = Summe der Frequenzprocente von Arten, die in Gesellschaft A und in Gesellschaft B vorkommen.

Der Frequenz-Gemeinschaftskoeffizient vermittelt somit einen Eindruck über die floristische Ähnlichkeit zweier Pflanzengemeinschaften unter Berücksichtigung der Häufigkeit der einzelnen Arten in den verschiedenen Einheiten.

Während der Frequenz-Gemeinschaftskoeffizient zwischen der **Typischen Subassozi-ation** und der **Subassozi-ation von Racomitrium lanuginosum** des (**Anthelio-**) **Luzuletum arcuatae** mit 71,0 % recht hoch ist, fällt er zwischen der **Subassozi-ation von Racomitrium lanuginosum** und dem **Sphaerophoro-Racomitrietum** auf 33,7 % ab und sinkt weiter auf 22,5 % zwischen der **Typischen Subassozi-ation** und dem **Sphaerophoro-Racomitrietum lanuginosi**. Die floristische Ähnlichkeit zwischen den beiden (**Anthelio-**) **Luzuletum**-Subassozi-ationen ist somit wesentlich größer als die zwischen ihnen und dem **Sphaerophoro-Racomitrietum**. Insofern wird hierdurch die Aufgliederung des (**Anthelio-**) **Luzuletum arcuatae** ebenso gestützt wie dessen Trennung vom **Sphaerophoro-Racomitrietum lanuginosi**.

*Racomitrium lanuginosum* ist in Spitzbergen weit verbreitet und kommt in allen Bereichen entlang der Küste vor (s. Verbreitungskarte in KUC 1973), wo es eine wichtige Komponente trockener Tundren darstellt (KUC 1963). Auch die weiteren Vorkommen in den Höhenstufen der Gebirge mit großer Nebel- und Wolkenhäufigkeit kennzeichnen es als ozeanisches Element. *Racomitrium lanuginosum*-Gesellschaften und *Racomitrium lanuginosum*-dominierte Gesellschaften finden sich außerdem in ozeanischen bis schwach kontinentalen Gebieten Skandinaviens und Islands. Die Assoziation **Sphaerophoro-Racomitrietum lanuginosi** setzt sich von diesen allerdings durch eine Artenverarmung, den deutlich arktischen Charakter ihrer floristischen Zusammensetzung (vgl. HADAČ 1946) und das verstärkte Vorkommen windharter Flechten ab (vgl. HOFMANN 1968).

Die synsystematische Einordnung des **Sphaerophoro-Racomitrietum lanuginosi** erfolgt entsprechend dem (**Anthelio-**) **Luzuletum arcuatae**. Die Assoziation untersteht demnach dem Verband **Saxifrago stellaris-Oxyrion digynae** Gjørev. 1950, der Ordnung **Androsacetalia alpinae** Br.-Bl. ap. Br.-Bl. & Jenny 1926 und der Klasse **Thlaspietea rotundifolii** Br.-Bl., Emb. & Mol. 1947. Diese Einordnung geschieht in Übereinstimmung mit ELVEBAKK (1994), wenn akzeptiert wird, daß dessen Verband **Luzulion arcuatae** all. prov. Elveb. 1985 dem **Saxifrago stellaris-Oxyrion digynae** angeschlossen werden kann oder sogar synonym ist (vgl. DIERSSEN 1992).

Eine andere Zuordnung zu höheren pflanzensoziologischen Einheiten nehmen dagegen HADAČ (1946) und HOFMANN (1968) vor. Ihre Zuordnung in den Verband **Juncion trifidi** Krajina 1933 bzw. **Loiseleurio-Arctostaphylon** Nordh. 1947 (beide unterstehen der Ordnung **Caricetalia curvulae** Br.-Bl. 1926) wird jedoch nicht dem arktischen Charakter der Assoziation gerecht, sondern zielt auf Affinitäten zu den südlicheren *Racomitrium lanuginosum*-Gesellschaften ab. DUBIEL & OLECH (1990) schlagen eine weitere, abweichende Einordnung ihrer vergleichbaren "Racomitrium lanuginosum community" vor. Sie unterstellen die Gesellschaft dem Verband **Rhacomitrium lanuginosi** v.Krausenstejnerna 1945, was hier aber abgelehnt wird, weil darin ausschließlich felsbewohnende Kryptogamengesellschaften vereint sind. Dies wird dem **Sphaerophoro-Racomitrietum lanuginosi** nicht gerecht (vgl. ELVEBAKK 1994).

Weitere Untersuchungen zu vergleichbaren Gesellschaften in Svalbard finden sich über die genannten Arbeiten hinaus in PHILIPPI (1973). Teilweise sind auch die "Strauchflechten-Variante der Flechtenheiden" von EUROLA (1968) und die "Blokmark" von HJELMSTAD (1981) vergleichbar.

**Tab. 30: Sphaerophoro-Racomitrietum lanuginosi (Hadač 1946)  
Hofm. 1968.**

Laufende Nummer	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Interne Nummer	906	917	909	931	915	910	916	741	56
Fläche (m <sup>2</sup> )	4	2	4	2	4	4	2	2	1
Bedeckung (%)	90	80	90	80	80	95	80	90	80
Artenzahl	9	11	11	11	11	14	14	18	18
<i>Salix polaris</i>	.	.	.	.	.	1	1	1	+
<i>Poa arctica</i> ssp. <i>caespitans</i>	.	.	.	.	.	.	.	1	+
<i>Saxifraga cernua</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	+
<i>Saxifraga oppositifolia</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	+
<i>Racomitrium lanuginosum</i>	5	4	5	4	4	5	4	4	4
<i>Sphaerophorus globosus</i>	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Cetraria islandica</i>	1	1	+	+	1	+	+	1	1
<i>Cetraria nivalis</i>	.	3	+	3	2	1	2	2	2
<i>Dicranum elongatum</i>	1	.	+	+	.	1	1	2	1
<i>Cetraria cucullata</i>	.	1	.	1	1	+	1	+	2
<i>Alectoria nigricans</i>	.	.	+	1	1	+	+	+	1
<i>Tetralophozia setiformis</i>	.	1	2	1	1	.	1	2	.
<i>Polytrichum alpinum</i>	+	1	.	.	1	.	.	1	+
<i>Cetraria delisei</i>	+	+	.	.	.	+	+	+	.
<i>Stereocaulon alpinum</i>	.	.	.	+	+	.	1	+	1
<i>Cladonia amaurocraea</i>	1	1	+	.	+	.	.	.	.
<i>Thamnia vermicularis</i>	.	.	.	.	.	+	+	+	1
<i>Ptilidium ciliare</i>	1	1	+	.	.	.	.	.	.
<i>Cladonia coccifera</i>	.	.	+	+	.	.	.	+	.
<i>Cladonia mitis</i>	.	.	.	.	1	1	.	1	.
<i>Cladonia ecmocyna</i>	.	.	.	.	.	+	+	1	.
<i>Cladonia uncinalis</i>	.	.	.	.	.	+	+	.	.
<i>Anastrophyllum minutum</i>	1	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Pohlia cruda</i>	.	+	.	.	.	.	.	.	.
<i>Barbilophozia hatcheri</i>	.	.	+	.	.	.	.	.	.
<i>Ochrolechia frigida</i>	.	.	+	.	.	.	.	.	.
<i>Kiaeria glacialis</i>	.	.	.	+	.	.	.	.	.
<i>Aulacomnium turgidum</i>	.	.	.	.	.	+	.	.	.
<i>Cladonia rangiferina</i>	.	.	.	.	.	.	.	+	.
<i>Ditrichum flexicaule</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	1
<i>Drepanocladus uncinatus</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	1
<i>Orthothecium chryseon</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	1
<i>Peltigera rufescens</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	1

Lokalitäten: 741, 906, 909, 910, 916 u. 917: Generalfjella (Krossfj.); 915: Möllerfj.; 931: Ny Ålesund (Kongsfj.); 56: Wilhelmtinden (Zentr.-Germaniahelvøya).

### 6.4.8 *Racomitrium canescens*-Gesellschaft

Die *Racomitrium canescens*-Gesellschaft (Tab. 31) besitzt mit durchschnittlich 99 % eine sehr hohe Vegetationsbedeckung, die überwiegend auf die teppichartige Ausbreitung der Bryophyten, vor allem *Racomitrium canescens*, zurückgeht. Dennoch haben auch die Phanerogamen in dieser Gesellschaft durchaus eine Bedeutung. Im Gegensatz zum **Sphaerophoro-Racomitrietum lanuginosi** existieren in der *Racomitrium canescens*-Gesellschaft mit *Salix polaris*, *Oxyria digyna*, *Saxifraga oppositifolia* und *Luzula arcuata ssp. confusa* immerhin vier konstante Gefäßpflanzenarten. Von diesen haben *Salix polaris* und *Oxyria digyna* auch eine Bedeutung für die Physiognomie der Gesellschaft, da sie mit höheren Deckungswerten vorkommen. *Salix polaris* wächst in einzelnen Exemplaren, die sich manchmal zu kleinen Gruppen zusammenschließen. Die Polarweide wächst höchstens um 10 cm über die etwa 5 cm mächtige Bryophytenschicht hinaus, bleibt also niedrigwüchsig.

Tab. 31: *Racomitrium canescens*-Gesellschaft.

Laufende Nummer	1	2	3	4	5
Interne Nummer	633	634	635	667	666
Fläche (m <sup>2</sup> )	4	4	4	4	4
Deckung (%)	100	100	100	100	95
Artenzahl	16	22	20	28	27
<i>Salix polaris</i>	2	3	3	2	2
<i>Oxyria digyna</i>	2	+	2	2	1
<i>Saxifraga oppositifolia</i>	2	1	1	+	1
<i>Luzula arcuata ssp. confusa</i>	2	+	1	+	1
<i>Cerastium alpinum</i>	+	+	.	+	+
<i>Draba lactea</i>	.	+	+	+	+
<i>Saxifraga cernua</i>	.	+	1	+	+
<i>Stellaria longipes</i>	+	+	.	.	+
<i>Equisetum scirpoides</i>	.	+	.	+	+
<i>Draba subcapitata</i>	.	.	+	+	+
<i>Papaver dahlianum</i>	.	.	+	+	.
<i>Bistorta vivipara</i>	.	.	+	+	.
<i>Poa pratensis ssp. alpigena</i>	.	.	.	.	1
<i>Racomitrium canescens</i>	5	5	5	5	5
<i>Stereocaulon alpinum/botryosum</i>	1	2	1	1	2
<i>Drepanocladus uncinatus</i>	2	1	+	2	1
<i>Cetraria islandica</i>	1	1	1	1	1
<i>Ptilidium ciliare</i>	1	2	2	2	.
<i>Hylocomium splendens</i>	2	+	2	.	2
<i>Tomenthypnum nitens</i>	1	.	1	+	1
<i>Dicranum scoparium</i>	1	1	+	.	+
<i>Cetraria nivalis</i>	+	1	+	+	.
<i>Pleurozium schreberi</i>	.	1	3	2	.
<i>Polytrichum alpinum</i>	+	1	1	.	.
<i>Thamnotia vermicularis</i>	.	+	.	+	+
<i>Dicranum muehlenbeckii</i>	.	.	.	2	2
<i>Tortella fragilis</i>	.	1	.	1	.
<i>Cladonia spec.</i>	.	+	.	+	.
<i>Cladonia cornuta</i>	.	.	.	+	+
<i>Barbilophozia floerkei</i>	.	.	.	.	1

Einmalige Vorkommen mit geringer Deckung (+): 667:

*Cochlearia groenlandica*, *Draba oxycarpa*, *Saxifraga nivalis*, *Cetraria delisei*, 666: *Minuartia rubella*, *Pedicularis hirsuta*, *Saxifraga cespitosa*, *Pohlia spec.*, *Polytrichum juniperinum*.

Lokalitäten: Eidembukta (Forlandsund.).

**etum lanuginosi**. Die beinahe immer geschlossene Mooschicht der Gesellschaft bedingt deren hohe Phytomasse von durchschnittlich 1290 g m<sup>-2</sup> (Lokalität Eidembukta).

Die *Racomitrium canescens*-Gesellschaft tritt meist in kleineren Flecken oder schmalen Streifen auf. An der Westküste Spitzbergens konnte sie nur in Tieflandslagen angetroffen werden. PHILIPPI (1973) berichtet aus dem Freemansundet-Gebiet allerdings auch von Hochlandslagen. Nach KUC (1973) ist *Racomitrium canescens* in Spitzbergen weit verbreitet, aber nicht gewöhnlich. Es ist seltener als *Racomitrium lanuginosum*. Im Tiefland besiedelt die *Racomitrium canescens*-Gesellschaft überwiegend postglazial gehobene Meeresterrassen, auf denen sie auf der windabgewandten Seite knapp unterhalb der Terrassenkanten oder hinter anderen Erhebungen vorkommt. Es handelt sich somit um eine schwach windgeschützte Lage, die zudem einen gewissen Schneeschutz im Winter bietet.

Das Substrat variiert von grobem Block- und Steinschutt, Steinen und Kiesen bis zu stark sandigen Lehmen, die alle eine initiale Bodenbildung mit durchweg gut ausgebildeten Humusaufgaben aufweisen. Die Substrate sind kalkfrei oder kalkarm und sauer. An der Eidembukta wurde im Oberboden eine Reaktion von pH 5 gemessen. Wie beim **Sphaerophoro-Racomitrietum lanuginosi** sind die Standorte saisonal trocken, so daß häufigem Nebel oder einer dichten Wolkendecke am Ende der Vegetationszeit eine wichtige Funktion als Feuchtigkeitsquelle zukommt. Im Vergleich zum **Sphaerophoro-Racomitrietum lanuginosi** werden die Standorte der Gesellschaft etwas später aper und trocknen auch erst später ab. Dies ist ein Grund, weshalb windharte Flechten bei weitem nicht so stark an der Gesellschaftsausprägung beteiligt sind wie beim **Sphaerophoro-Racomitri-**

Obwohl die Aufnahmen der *Racomitrium canescens*-Gesellschaft in Tab. 31 einen homogenen Eindruck hinterlassen, ist die Gesellschaft in floristischer Hinsicht nicht leicht zu fassen und abzugrenzen. Denn, wie bereits HOFMANN (1968) mitteilt, finden sich in den Beständen der *Racomitrium canescens*-Gesellschaft alle Übergänge von geschlossenen Moosrasen ohne nennenswerten Phanerogamenanteil (s. PHILIPPI 1973) bis zu Ausbildungen mit einer gering entwickelten und offenen Moosschicht. Solche, etwas geringer entwickelte Moosschichten scheinen z.B. in den Beständen von der Kaffiøyra vorzuliegen, die GUGNAKA-FIEDOR & NORYSKIEWICZ (1982) als "Fresh moss tundra" beschreiben. Aufgrund der vorhandenen Heterogenität und der geringen Anzahl von Vegetationsaufnahmen bleibt die floristisch-soziologische Einordnung der Gesellschaft vorerst provisorisch. Eine Zuordnung der vorhandenen Aufnahmen der Gesellschaft zum Verband **Saxifrago stellaris-Oxyrion digynae** Gjørev. 1950 sowie zur Ordnung **Androsacetalia alpinae** Br.-Bl. ap. Br.-Bl. & Jenny 1926 und der Klasse **Thlaspietea rotundifolii** Br.-Bl., Emb. & Mol. 1947 ist dennoch gut möglich.

#### 6.4.9 Oxyrio-Trisetetum spicati Hadač (1946) 1989

Das **Oxyrio-Trisetetum spicati** (Tab. 32) ist eine artenreiche Assoziation, in der die Kryptogamen mit durchschnittlich 17,4 Arten gegenüber 9,8 Phanerogamenarten überwiegen. Physiognomisch dominieren jedoch die Phanerogamen und vermitteln den Eindruck von lockeren, kräuterreichen Wiesenbeständen, in denen *Trisetum spicatum* teilweise horstartig auftritt. Die Bestände sind selten großflächig ausgebildet. Die mittlere Vegetationsbedeckung beträgt lückige 72,0 % und schwankt zwischen 65 und 80 %.

Die Assoziation kommt überwiegend in Hanglagen mit südlicher Exposition unter 300 m über dem Meer vor, die keiner starken Solifluktion unterliegen. Die Standorte der Vegetationsaufnahmen in Tab. 32 sind z.B. zwischen 5 und 35° geneigt. Bei dem besiedelten Substrat handelt es sich um Ruheschutt oder Moränenmaterial, über dem sich Syroseme oder Regosole mit geringem Auflagehumus gebildet haben. Die Bodenreaktion liegt im schwach bis mäßig sauren Bereich, wobei HADAČ (1989) pH-Werte von 5,2 - 6,1 mitteilt. Die Substrate sind wechselfeucht und besitzen einen etwas mehr als moderaten winterlichen Schneeschutz, wodurch floristische Beziehungen zur Schneebodenvegetation bestehen. Nach der Schneeschmelze erhalten die Standorte für eine gewisse Zeit noch eine oberflächliche Wasserzufuhr aus höherliegenden Relieffpartien, trocknen dann aber wegen einer guten Drainage stärker ab. Insofern schließt das **Oxyrio-Trisetetum spicati** standortökologisch an das deutlich nassere **Deschampsietum alpinae** aus dem Vegetationstyp der Naßstellenvegetation an und zeigt zugleich Übergänge zur Schneebodenvegetation.

Das **Oxyrio-Trisetetum spicati** weist eine große Anzahl konstanter Arten auf. Bei den Gefäßpflanzenarten sind dies: *Trisetum spicatum*, *Oxyria digyna*, *Ranunculus pygmaeus*, *Saxifraga cernua* und *Cerastium arcticum*. Konstante Moosarten sind *Drepanocladus uncinatus*, *Distichium capillaceum* und *Ditrichum flexicaule*; konstante Flechtenarten *Cladonia cornuta* und *Cladonia pyxidata*.

Die Assoziation ist in Spitzbergen nur in den klimatisch günstigeren Regionen, in der Mittleren Arktischen Tundrenzone und in der Inneren Arktischen Fjordzone, anzutreffen. Ihr Verbreitungsschwerpunkt befindet sich in der Arktis (s. z.B. FREDSKILD (1998) für Nordostgrönland), obwohl sie auch in der alpine Stufe der Skanden vorkommt (DIERSSEN 1992 und 1996). Das **Oxyrio-Trisetetum spicati** zeigt eine Beziehung zu dem **Trisetetum spicati** der Alpen, was auch durch den ursprünglichen, regional abgegrenzten Namen **Trisetetum spicati spitsbergense** von HADAČ (1946) deutlich wird.

HADAČ (1989) und ELVEBAKK (1994) unterstellen die Assoziation dem Verband **Ranunculo-Oxyrion** p.min.p. Nordh. 1936. Da sich dieser aber dem Verband **Saxifrago stellaris-Oxyrion dignyae** Gjærev. 1950 anschließen läßt (vgl. DIERSSEN 1992), wird das **Oxyrio-Trisetum spicati** letzterem zugeordnet. Die Ordnung ist demzufolge **Androsacetalia alpinae** Br.-Bl. ap. Br.-Bl. & Jenny 1926 und die Klasse **Thlaspietea rotundifolii** Br.-Bl., Emb. & Mol. 1947, was wiederum HADAČ und ELVEBAKK (a.a.O.) entspricht.

**Tab. 32: Oxyrio-Trisetum spicati Hadač (1946) 1989.**

Laufende Nummer	1	2	3	4	5
Interne Nummer	223	197	193	543	219
Fläche (m <sup>2</sup> )	4	4	4	4	4
Bedeckung (%)	80	75	75	65	65
Artenzahl	22	25	29	30	30
Trisetum spicatum	3	4	3	3	3
Oxyria digyna	3	2	2	2	2
Ranunculus pygmaeus	1	2	1	+	+
Saxifraga cernua	+	1	+	+	+
Cerastium arcticum	2	1	+	+	1
Minuartia biflora	.	1	1	+	1
Poa alpina var. alpina	2	.	.	+	1
Draba lactea	.	+	+	.	.
Saxifraga tenuis	.	+	+	.	.
Bistorta vivipara	.	.	+	+	.
Salix polaris	.	.	.	2	2
Saxifraga cespitosa	.	.	.	1	1
Draba alpina	.	.	.	+	+
Sagina nivalis	.	.	.	+	+
Drepanocladus uncinatus	2	2	2	2	1
Distichium capillaceum	+	+	2	2	2
Ditrichum flexicaule	+	+	2	1	+
Cladonia cornuta	+	1	+	+	+
Cladonia pyxidata	+	+	+	+	+
Tortula ruralis	1	+	2	+	.
Dicranum fuscescens	2	.	2	2	2
Ochrolechia frigida	.	2	3	1	2
Cetraria delisei	.	2	1	1	2
Krustenflechten	.	2	1	1	1
Stereocaulon alpinum	.	2	1	+	1
Tortella tortuosa	.	1	1	1	1
Cladonia coccifera	+	+	+	.	.
Cladonia cf. ecmocyna	+	.	.	+	+
Polytrichum juniperinum	.	.	1	2	2
Cetraria nivalis	.	.	1	+	+
Racomitrium lanuginosum	1	1	.	.	.
Bryum pallescens	+	.	1	.	.
Peltigera rufescens	2	.	.	.	1
Bryum arcticum	.	.	.	+	+
Sauteria alpina	.	.	.	+	+
Tomenthypnum nitens	.	.	.	+	+

Einmalige Vorkommen mit geringer Deckung (+):  
 223: Mnium spec. (2), Dicranum elongatum (1),  
 Cetraria islandica (+); 197: Luzula arctica (1),  
 Phippsia algida (1), Polytrichum alpinum (2),  
 Philonotis tomentella (+); 193: Lecidea spec. (+),  
 Lophozia groenlandica (+), Pohlia cruda (+), Solorina  
 crocera (+); 219: Cerastium regelii (+).

Lokalitäten: 193, 197, u. 219: Kvikkåa (Liefdefj.);  
 223 u. 543: N-Roosflya (Woodfj.).

### 6.4.10 *Festuca rubra* ssp. *arctica*-Gesellschaft

Die *Festuca rubra* ssp. *arctica*-Gesellschaft (Tab. 33) ist durch den vergleichsweise hochwüchsigen, namensgebenden Arktischen Rotschwengel charakterisiert. Bei einer durchschnittlichen Vegetationsbedeckung von 76,0 % ist die Moosschicht lückig und relativ gering ausgebildet.

Die Gesellschaft besiedelt in stärker geneigten Hanglagen Hangschutt und Moränenmaterial. Weitere Standorte finden sich auf eingesenkten Bereichen von Höhenrücken und nach LUND (1979) und ELVEN ET AL. (1990) auf kleinen und jungen, aber stabilen Fluß- und Bachinseln. Dabei ist die Gesellschaft nie großflächig ausgebildet, sondern stets in wenigen Quadratmetern großen Flecken vorhanden. In den Hanglagen, bei denen eine Neigung bis zu 35° gemessen wurde (Aufnahme 24 in Tab. 33), erreicht die *Festuca rubra* ssp. *arctica*-Gesellschaft durchaus mittlere Höhen wie die Aufnahme 203 in Tab. 33 mit 350 m über dem Meer belegt.

**Tab. 33: *Festuca rubra* ssp. *arctica*-Gesellschaft.**

Laufende Nummer	1	2	3	4	5
Interne Nummer	241	246	183	24	203
Fläche (m <sup>2</sup> )	2	2	2	1	1
Bedeckung (%)	70	70	75	80	85
Artenzahl	17	20	20	20	21
<i>Festuca rubra</i> ssp. <i>arctica</i>	4	4	4	4	4
<i>Oxyria digyna</i>	1	2	2	1	2
<i>Saxifraga oppositifolia</i>	+	+	+	2	1
<i>Salix polaris</i>	1	1	1	3	.
<i>Poa alpina</i> var. <i>alpina</i>	1	2	1	.	.
<i>Cerastium arcticum</i>	+	2	1	.	.
<i>Bistorta vivipara</i>	1	.	+	+	.
<i>Saxifraga cernua</i>	.	.	+	+	2
<i>Cerastium regelii</i>	.	1	+	.	.
<i>Draba lactea</i>	.	.	+	.	1
<i>Luzula arctica</i>	.	.	.	1	+
<i>Papaver dahlianum</i>	.	.	.	+	1
<i>Minuartia biflora</i>	.	2	.	.	.
<i>Minuartia stricta</i>	.	.	1	.	.
<i>Cerastium alpinum</i>	.	.	.	.	1
<i>Sagina nivalis</i>	.	.	.	.	1
<i>Drepanocladus uncinatus</i>	1	2	2	1	2
<i>Ditrichum flexicaule</i>	1	1	+	1	1
<i>Polytrichum alpinum</i>	+	2	.	1	1
Krustenflechten	+	.	1	1	2
<i>Hylocomium splendens</i>	.	1	+	2	+
<i>Tomenthypnum nitens</i>	1	1	.	2	.
<i>Ochrolechia frigida</i>	2	2	.	.	2
<i>Dicranum fuscescens</i>	2	.	.	+	2
<i>Polytrichum juniperinum</i>	.	2	1	.	1
<i>Hypnum revolutum</i>	.	.	2	2	1
<i>Cetraria islandica</i>	.	1	.	.	+
<i>Cetraria delisei</i>	.	+	.	.	+
<i>Tortula ruralis</i>	.	.	.	1	1
<i>Oncophorus wahlenbergii</i>	1	.	.	.	.
<i>Bryum spec.</i>	.	.	3	.	.
<i>Pohlia cruda</i>	.	.	1	.	.
<i>Timmia austriaca</i>	.	.	.	2	.

Einmalige Vorkommen mit geringer Deckung (+):  
 241: *Distichium capillaceum*, *Orthothecium chryseon*,  
 246: *Trisetum spicatum*, *Cladonia pyxidata*,  
*Campylium stellatum*, 183: *Draba corymbosa*, 24:  
*Stellaria longipes*, *Cladonia coccifera*.

Lokalitäten: 183, 186, 246 u. 203: Kvikkåa (Liefdefj.);  
 24: Næssøpynten (Liefdefj.); 241: Moräne östl.  
 Monacobreen (Liefdefj.).

Die Gesellschaft besitzt einen guten winterlichen Schneeschutz, apert aber wahrscheinlich relativ früh aus. Dies trifft vor allem auf Bestände in solchen Hanglagen zu, die bei gleichen Sonneneinstrahlungsverhältnissen (Intensität und Winkel) gegenüber horizontalen Oberflächen thermisch begünstigt sind. Durch eine oberflächliche und eine lateral über dem stauenden Permafrost fließende Wasserzufuhr aus der Schneeschmelze bleibt die Gesellschaft während der Vegetationszeit lange feucht. Die lang anhaltende Feuchtigkeit wird durch ein feinerdereiches, lehmiges Substrat ohne großen Grobmaterialanteil begünstigt. Der oberflächliche Wassereinfluß und die damit verbundenen schwachen Abspülungen verhindern, daß die Bodenbildung über initiale Stadien hinausgeht. Als Bodentypen kommen Rohböden, Lockersyroseme und sehr gering entwickelte Regosole ohne größere Humusakkumulation vor.

Die konstanten Arten der Gesellschaft sind die Gefäßpflanzenarten *Festuca rubra ssp. arctica*, *Oxyria digyna*, *Saxifraga oppositifolia* und die Moose *Drepanocladus uncinatus* und *Ditrichum flexicaule*. Die hier beschriebene Gesellschaft konnte in Nordwestspitzbergen nur innerhalb der wärmebegünstigten Mittleren Arktischen Tundrenzone und der Inneren Arktischen Fjordzone beobachtet werden. Insofern geht die *Festuca rubra ssp. arctica*-Gesellschaft mit dem "thermophilic *Festuca rubra* type" von ELVEN ET AL. (1990) konform, die von den Autoren innerhalb einer Vegetationsgruppe "warm, favourable slopes with thermophilic vegetation" aus dem Gipsdalen genannt wird. Leider ist diese Gesellschaft aber nicht tabellarisch belegt. In floristischer Hinsicht läßt sich die *Festuca rubra ssp. arctica*-Gesellschaft daneben auch gut mit Teilen der "gras- og urterik grusvegetasjon" von LUND (1979) vergleichen.

Die *Festuca rubra ssp. arctica*-Gesellschaft läßt sich wie das zuvor beschriebene **Oxyrio-Trisetetum spicati** dem Verband **Saxifrago stellaris-Oxyrion digynae** Gjørev. 1950 und der Ordnung **Androsacetalia alpinae** Br.-Bl. ap. Br.-Bl. & Jenny 1926 in der Klasse **Thlaspietea rotundifolii** Br.-Bl., Emb. & Mol. 1947 unterstellen.

#### 6.4.11 *Festuca baffinensis*-Gesellschaft

Wie die *Festuca rubra ssp. arctica*-Gesellschaft findet sich auch die *Festuca baffinensis*-Gesellschaft (Tab. 34) an stärker geneigten oder sogar steilen Hängen (gemessen bis 40°; Aufnahme 131). Die Standorte der *Festuca baffinensis*-Gesellschaft sind im Gegensatz zu denen der *Festuca rubra ssp. arctica*-Gesellschaft alle in südliche oder südöstliche Richtungen exponiert und somit grundsätzlich als wärmebegünstigt zu bezeichnen. Im Falle der Aufnahmen 307 - 309 und 311 wird dies zusätzlich durch die dunkelrote Farbe des devonischen Woodbay-Materials gefördert, wobei dies allerdings auch notwendig erscheint, da die Aufnahmen in einer Höhe von 450 - 500 m über dem Meer angefertigt wurden. In der Höhenstufung befand sich nur noch das **Papaveretum dahliani** oberhalb der *Festuca baffinensis*-Gesellschaft.

Mit einer Vegetationsbedeckung von durchschnittlich 46,0 % ist die Gesellschaft wesentlich offener als die *Festuca rubra ssp. arctica*-Gesellschaft. Darüber hinaus ist sie auch artenärmer (14,2 : 19,6 Arten im Mittel). Das lockere Auftreten von *Festuca baffinensis* ist für die Physiognomie der Gesellschaft bestimmend. Das ebenfalls konstante *Saxifraga oppositifolia* nimmt dagegen nur kleine Flecken ein, genauso wie das kleine Polster bildende Moos *Dicranum elongatum*.

Der winterliche Schneeschutz der *Festuca baffinensis*-Gesellschaft ist etwas geringer als der der *Festuca rubra ssp. arctica*-Gesellschaft, so daß sie auch etwas früher apert. Das vergleichsweise etwas feinkörnigere Substrat bleibt dagegen während der Vegetationsperiode länger feucht. Hierdurch entwickeln sich Solifluktionsstreifen oder sogar ein flächenhaftes Hanggleiten, die ihrerseits zu bedeutenden Faktoren für die Ausprägung der Gesellschaft werden.

**Tab. 34: Festuca baffinensis-Gesellschaft.**

Laufende Nummer	1	2	3	4	5
Interne Nummer	308	309	307	311	131
Fläche (m <sup>2</sup> )	4	4	4	4	2
Bedeckung (%)	40	40	40	40	70
Artenzahl	10	12	14	16	19
<i>Festuca baffinensis</i>	3	3	3	3	4
<i>Saxifraga oppositifolia</i>	2	2	2	2	2
<i>Cerastium arcticum</i>	1	1	1	1	2
<i>Poa glauca</i>	1	1	1	+	.
<i>Papaver dahlianum</i>	.	+	1	1	.
<i>Minuartia rubella</i>	.	+	+	+	.
<i>Saxifraga cernua</i>	.	.	+	+	1
<i>Draba arctica</i>	1	.	1	.	.
<i>Draba oxycarpa</i>	.	1	.	1	.
<i>Cerastium regelii</i>	.	.	.	+	2
<i>Saxifraga cespitosa</i>	.	.	.	+	1
<i>Luzula arctica</i>	.	.	.	.	2
<i>Draba alpina</i>	.	.	.	.	1
<i>Draba corymbosa</i>	.	.	.	.	1
<i>Silene uralensis</i> ssp. <i>arctica</i>	.	.	.	.	1
<i>Poa arctica</i> var. <i>vivipara</i>	.	.	.	.	+
<i>Ranunculus sulphureus</i>	.	.	.	.	+
<i>Saxifraga hieracifolia</i>	.	.	.	.	+
<i>Saxifraga rivularis</i>	.	.	.	.	+
<i>Dicranum elongatum</i>	1	1	2	2	2
Krustenflechten	+	+	2	1	.
<i>Ditrichum flexicaule</i>	1	1	1	.	.
<i>Tortula ruralis</i>	1	1	1	.	.
<i>Bryum spec.</i>	+	+	+	.	.
<i>Orthothecium chryseon</i>	.	.	+	1	2
<i>Bryum pseudotriquetrum</i>	.	.	.	1	2
<i>Sauteria alpina</i>	.	.	.	+	+
<i>Drepanocladus uncinatus</i>	.	.	.	1	.
<i>Marchantia polymorpha</i>	.	.	.	.	+

Lokalitäten: 307-309 u. 311: E-Finnluva (Zentr.-  
Germinahelvøya); 131: Siktefjellet (Liefdefj.).

Die hocharktische *Festuca baffinensis* ist in Spitzbergen zwar durchaus verbreitet, aber nicht gewöhnlich. Ob sich die hier vorgestellte Gesellschaft mit dem als artenreiche Wiese beschriebenen "thermophilic *Festuca baffinensis* type" von ELVEN ET AL. (1990) parallelisieren läßt, scheint leicht fraglich, denn die offene, lückige Physiognomie der aufgenommenen Bestände hat wenig vom Erscheinungsbild einer Wiese. Selbst die bezeichnende *Festuca baffinensis* erreicht im Durchschnitt keine 50 % Deckung (der einmalige Deckungsgrad 4 liegt bei etwa 55 %). Aufgrund von fehlenden pflanzensoziologischen Aufnahmen in der genannten Arbeit kann ein Vergleich hier jedoch nicht weiter ausgeführt werden. Die höheren pflanzensoziologischen Einheiten sind auch für die *Festuca baffinensis*-Gesellschaft der Verband **Saxifrago stellaris-Oxyrion digynae** Gjørev. 1950, die Ordnung **Androsacetalia alpinae** Br.-Bl. ap. Br.-Bl. & Jenny 1926 und die Klasse **Thlaspietea rotundifolii** Br.-Bl., Emb. & Mol. 1947.

#### 6.4.12 *Luzula arctica*-Gesellschaft

Mit der kräuterreichen *Luzula arctica*-Gesellschaft (Tab. 35) soll abschließend noch eine Gesellschaft innerhalb des Vegetationstyps Fleckentundra vorgestellt werden, die nur selten und in etwas schneegeschützten Lagen auftritt.

**Tab. 35: Luzula arctica-Gesellschaft.**

Laufende Nummer	1	2	3	4
Interne Nummer	289	573	150	149
Fläche (m <sup>2</sup> )	1	4	4	4
Bedeckung (%)	75	65	70	50
Artenzahl	17	20	18	23
<i>Luzula arctica</i>	3	3	4	3
<i>Poa alpina</i> var. <i>alpina</i>	1	+	+	+
<i>Saxifraga foliolosa</i>	+	+	+	.
<i>Salix polaris</i>	1	+	.	+
<i>Stellaria longipes</i>	+	+	.	+
<i>Saxifraga oppositifolia</i>	.	1	2	2
<i>Oxyria digyna</i>	.	+	1	+
<i>Saxifraga cernua</i>	.	+	1	+
<i>Bistorta vivipara</i>	2	2	.	.
<i>Ranunculus sulphureus</i>	2	+	.	.
<i>Equisetum variegatum</i>	1	+	.	.
<i>Juncus biglumis</i>	1	+	.	.
<i>Silene acaulis</i>	+	+	.	.
<i>Saxifraga cespitosa</i>	.	+	.	1
<i>Saxifraga tenuis</i>	.	.	1	+
<i>Cerastium alpinum</i>	.	.	+	+
<i>Draba lactea</i>	.	.	1	.
<i>Cerastium regellii</i>	.	.	1	.
<i>Papaver dahlianum</i>	.	.	.	1
<i>Drepanocladus uncinatus</i>	3	1	3	1
<i>Dicranum fuscescens</i>	1	1	1	1
<i>Racomitrium lanuginosum</i>	+	+	1	1
<i>Tomenthypnum nitens</i>	2	1	2	.
<i>Ditrichum flexicaule</i>	1	1	1	.
<i>Orthothecium chryseon</i>	3	2	2	.
Krustenflechten	.	.	1	2
<i>Calliergon turgescens</i>	.	.	1	.
<i>Dicranum elongatum</i>	.	.	.	1
<i>Polytrichum alpinum</i>	.	.	.	1

Einmalige Vorkommen mit geringer Deckung (+): 289: *Draba micropetala*, 149: *Cardamine bellidifolia*, *Draba corymbosa*, *Polytrichum juniperinum*, *Cetraria islandica*, *Cetraria delisei*, *Hylocomium splendens*.

Lokalitäten: 289: Sverrefjellet (Bockfj.); 149-150 u. 573: Brotfjellet westl. Beinbekken (Liefdefj.).

1943 emend. Dierßen 1984 unterstellt werden. Die weiteren höheren Einheiten sind die Ordnung **Salicetalia herbaceae** Br.-Bl. 1926 und die Klasse **Salicetea herbaceae** Br.-Bl. 1947.

### 6.4.13 Zusammenfassung Fleckentundra

Wenn im einleitenden Abschnitt zum Kapitel 6.4 "Gesellschaften der Fleckentundra" erwähnt wurde, daß die Pflanzengesellschaften durchweg ökologische Grenzstandorte besiedeln, ist zu berücksichtigen, daß die Gesellschaften damit auch dem Konkurrenzdruck anderer Vegetationseinheiten ausweichen. Die Existenz auf diesen Grenzstandorten ist ihnen sicherlich nur durch eine große Streßtoleranz im allgemeinen möglich. Dennoch sind dies Standorte am Rande ihrer ökologischen Amplitude, in die sie konkurrenzbedingt hineingedrängt werden.

Bei der Darstellung der einzelnen Pflanzengesellschaften wurde auf wichtige standortökologische Merkmale eingegangen. Darüber hinaus muß jedoch herausgestellt werden, daß die Pflanzengesellschaften ihrerseits eine Bedeutung für die Prägung der Standorte haben. Dies sei kurz im Zusammenhang mit den besiedelten Substraten (Rohböden, Lockersyroseme und schwach entwickelte Regosole)

Die hocharktische und zirkumpolare *Luzula arctica* gehört zu den am häufigsten auftretenden Gefäßpflanzenarten Svalbards und besitzt eine sehr weite Verbreitung (s. Verbreitungskarte in RØNNING 1972). *Luzula arctica* findet sich sowohl in Tieflandslagen als auch in Höhenlagen, wo sie zu den Pflanzenarten gehört, die am weitesten gipfelwärts vordringen (s. Kap. 5.4.1.2). Allerdings konnte die Ausbildung der *Luzula arctica*-Gesellschaft im Untersuchungsgebiet Nordwestspitzbergen nur in Höhenlagen beobachtet werden, in denen der Vegetationstyp Fleckentundra das landschaftlich bestimmende Element ist. Die Aufnahmen der Tab. 35 stammen alle aus einer Höhe zwischen 300 und 350 m über dem Meer.

Die Gesellschaft bildet auf kalkhaltigem Lockermaterial, das während der Vegetationsperiode nicht zu stark abtrocknet, kleine, aber charakteristische Bestände aus. Bei einer lückigen Vegetationsbedeckung von 57,5 % dominiert *Luzula arctica* über die Phanerogamen und die flecken-/polsterartig angeordneten Kryptogamen. Die Gesellschaft ist immer an Hängen, die um die 10° geneigt sind, zu finden. In drei der vier Aufnahmen herrschte eine nordöstliche Exposition vor, die nicht wärmebegünstigt ist. Solifluktion ist durch die Ausbildung von kleinen Wülsten immer zu beobachten gewesen.

In standortökologischer und in floristischer Hinsicht leitet die *Luzula arctica*-Gesellschaft zur Schneebodenvegetation über, wobei sie deutliche Beziehungen zur skandinavischen "Luzula arctica-sociation" von GJÆREVOLL (1956) besitzt.

In synsystematischer Hinsicht kann die Gesellschaft dem Unterverband **Luzulenion arcticae** (Nordh. 1936) Gjærev. 1950 im Verband **Saxifrago-Ranunculion nivalis** Nordh.

erläutert: Bei der *Saxifraga oppositifolia*-Gesellschaft wurde bereits explizit auf die substratstabilisierende Wirkung hingewiesen, wobei *Saxifraga oppositifolia* die besiedelten Geländeoberflächen überdeckt und mittels Wurzeläusläufern durchzieht. Diese Wirkung kommt auch allen anderen Pflanzengemeinschaften zu. Am deutlichsten wird dies bei Phytozönosen mit ausgeprägten Moosteppichen oder vielen einzelnen -polstern durch deren hohe Deckungsgrade (**Subassoziati on von *Racomitrium lanuginosum* des (Anthelio-) Luzuletum arcuatae, Sphaerophoro-Racomitrietum lanuginosi, Racomitrium canescens**-Gesellschaft). Bei den Pflanzengesellschaften, die von horstbildenden Pflanzenarten dominiert werden, geschieht die Substratstabilisierung auf etwas andere Weise. Die Pflanzenhorste bilden vor allem in Hanglagen oberflächlich stauende Hindernisse, die sich solifluidalen und denudativen Prozessen wirkungsvoll entgegenstellen (z.B. **Papaveretum dahliani, Oxyrio-Trisetetum spicati** und *Festuca baffinensis*-Gesellschaft). Ein feingesponnenes Wurzelsystem wirkt unterstützend. Mit diesen mechanischen Auswirkungen wird zugleich die Abtragung von Feinmaterial (sehr wichtig für Keimlinge) und die Fließgeschwindigkeit von Sickerwässern gebremst. Ein Austrocknen der Standorte während der Vegetationszeit wird somit hinausgezögert. Darüber hinaus tragen die Pflanzengemeinschaften durch ihre Humus- und Säureproduktion zur weiteren Bodenentwicklung bei.

Allein dieser kleine Ausschnitt über die Bedeutungen der Pflanzengemeinschaften für den Standort zeigt, daß die Phytozönosen der Fleckentundra zur weiteren Entwicklung ihrer Standorte beitragen. Letztendlich verstärkt sich hierdurch der Konkurrenzdruck auf die Gesellschaften der Fleckentundra im Sinne einer positiven Rückkoppelung.

Faßt man die synsystematische Einordnung der dargestellten Pflanzengesellschaften nocheinmal zusammen, so ergibt sich folgendes Bild :

Klasse	Thlaspietea rotundifolii		Salicetea herbaceae
Ordnung	Thlaspietalia rotundifolii	Androsacetalia alpinae	Salicetalia herbaceae
Verband	Arenarion norvegicae	Saxifrago stellaris- Oxyrion digynae	Saxifrago-Ranunculion nivalis
Unterverband			Luzulenion arcticae
Gesellschaften	Puccinellietum angustatae  Potentilletum pulchellae  Papaveretum dahliani Saxifraga oppositifolia-Ges. Krustenflechten- Saxifraga oppositifolia-Ges.	(Anthelio-) Luzuletum arcuatae Sphaerophoro- Racomitrietum lanuginosi Oxyrio-Trisetetum spicati Racomitrium canescens-Ges. Festuca rubra ssp. arctica- Ges. Festuca baffinensis-Ges.	Luzula arctica-Ges.

Durch die kompilierende Stetigkeitstabelle A3 (im Anhang) wird die allgemein geringe floristische Kennzeichnung und Differenzierung der Gesellschaften der Fleckentundra deutlich. Eine vergleichsweise gute Charakterisierung ist nur beim **Sphaerophoro-Racomitrietum lanuginosi**, bei der *Racomitrium canescens*-Gesellschaft und beim **Oxyrio-Trisetetum spicati** vorhanden, da diese über mehrere konstante Arten und Präferenzarten beschrieben werden können. Alle anderen Phytozönosen besitzen dagegen wesentlich weniger konstante Arten und Präferenzarten wie aus der folgenden Übersicht deutlich wird (Tab. 36).



## 6.5 Schneebodenvegetation

Der Vegetationstyp der Schneebodenvegetation umfaßt Pflanzengesellschaften, die durch eine mehr als moderate Schneebedeckung während des Winters einen guten Schutz gegenüber starken Frosteinwirkungen erhalten (zur Bedeutung des Schneeschlutzes siehe auch Kap. 4.1.2). Durch mächtige Schneeauflagen bzw. eine dadurch verlängerte Schneebedeckungszeit sinkt für die Gesellschaften u.a. die Gefahr der Frosttrocknis während des Sommers, insbesondere natürlich während des Frühsommers, wenn noch sehr häufig Frostwechsel auftreten. Insofern müssen die Arten der Schneebodengesellschaften einerseits nicht so viel physiologischen und energetischen Aufwand für ihre Frostresistenz (Abhärtung) betreiben wie Arten von Gesellschaften, die wesentlich früher aper werden. Andererseits bleibt ihnen aber auch nur eine verkürzte Vegetationsperiode (etwa 4 - 6 Wochen), in der sie neugebildete Gewebe soweit ausdifferenzieren müssen, daß sie den folgenden Winter ohne Schäden überdauern können. Unter diesen Bedingungen haben dementsprechend jene Pflanzenarten einen Konkurrenzvorteil, die nach dem Niederschmelzen der Schneedecke rasch ihren Stoffwechsel aktivieren können und dabei gut auf Mineralstoffe in den Speichern von Wurzeln und Sproß zurückgreifen können. Vielfach wird in diesem Zusammenhang die Ansicht vertreten, daß die Pflanzengemeinschaften bereits im Frühsommer unter einer niederschmelzenden, nicht mehr all zu mächtigen Schneedecke beginnen, Photosynthese zu betreiben. Nach Untersuchungen von THANNHEISER, MÖLLER & WÜTHRICH (1998) scheint dies zumindest fraglich, da selbst bei den Schneebodengesellschaften Spitzbergens eine relativ hohe photosynthetisch wirksame Photonenstromdichte (PPFD/PAR) notwendig ist, damit der ökosystemare Lichtkompensationspunkt überschritten und Kohlenstoff aus der Atmosphäre gespeichert wird (260 - 340 mmol m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup>).

Die Gesellschaften der Schneebodenvegetation werden, wie die Gesellschaften der Fleckentundra, im allgemeinen zu den produktionsschwachen Gesellschaften gezählt. Wie bei letzteren trifft dies allerdings nur für Gesellschaften zu, die über keine ausgeprägte Bryophytenschicht verfügen, da diese erheblich zur Phytomasse beiträgt (vgl. Kap. 4.1.3).

Die Schneebodengesellschaften nehmen überwiegend Lockersyroseme, Regosole und Gleye ein, die eine begrenzte Durchwurzelungstiefe aufweisen. Größere Humusauflagen sind nur auf nahezu horizontalen Flächen mit stabilen Substraten zu finden, die keiner starken Abspülung unterliegen. Sie bleiben allerdings sehr geringmächtig (bis knapp unter 5 cm, meist deutlich darunter).

Die prägenden und zugleich differenzierenden Standortfaktoren zwischen den verschiedenen Schneebodengesellschaften sind insbesondere

- unterschiedlich lange Schneebedeckung respektive unterschiedlich lange Aperzeiten,
- starker Schmelzwassereinfluß während der Schneeschmelze,
- verschieden lange, aber immer langandauernde Wassersättigung der Böden respektive eine zeitweise schlechte Bodendurchlüftung,
- häufiger Frostwechsel, vielfach auch während der Vegetationszeit und damit verbunden
- latente Substratinstabilität durch Kammeisbildung, Solifluktion und Kryoturbation.

Unter diesen Gegebenheiten setzen sich Bryophyten häufig stärker durch als Phanerogamen und Flechten, deren Bedeutung mit steigender Schneebedeckungsdauer geringer wird (vgl. DIERSSEN 1996: 559f.) bis sie in extremen Schneebodengesellschaften (äußerst kurze Aperzeiten) ganz ausfallen. Diese extremen bryophyten-beherrschten Schneebodengesellschaften wurden im Rahmen dieser Arbeit nicht hinreichend untersucht und können deshalb nicht dargestellt werden. Dies wäre allerdings ein lohnenswertes Ziel für zukünftige Arbeiten, da sie in Svalbard insgesamt noch nicht ausreichend bearbeitet sind(, aber mit der Studie von PHILIPPI (1973) ein Anfang gemacht ist).

### 6.5.1 *Phippsia algida*-*Ranunculus pygmaeus*-Gesellschaft

Die *Phippsia algida*-*Ranunculus pygmaeus*-Gesellschaft (Tab. 37) weist von allen hier vorgestellten Gesellschaften der Schneebodenvegetation die längste Schneebedeckung auf und wird erst spät aper (durchschnittlich zum Ende der zweiten Juli-Woche). Die Schneebedeckung ist nicht nur langandauernd, sondern auch mächtig.

Die Vegetationsbedeckung der Gesellschaft schwankt zwischen 45 und 80 %, mit 64 % im Mittel. An der Bedeckung haben die meist flecken- oder polsterhaft auftretenden Bryophyten einen großen Anteil, da die bezeichnenden und physiognomisch dominierenden *Ranunculus pygmaeus* und *Phippsia algida* in lockerer gedrungener Form auftreten. Die Bryophytenpolster wachsen jedoch nur sehr selten mehr als 1 - 2 cm empor.

Die *Phippsia algida*-*Ranunculus pygmaeus*-Gesellschaft besiedelt überwiegend einseitig gekippte Geländemulden, teilweise auch das Zentrum von inaktiven Steinringen oder Polygonstrukturen. Das Substrat variiert zwischen bzw. besteht aus einem Gemenge von Steinen, Grus und feinsandig-schuffigem Lehm. Als charakteristische Bodentypen finden sich überwiegend Lockersyroeme oder ein arktischer Regosol mit einem etwa 2 cm mächtigen, humosen Oberbodenhorizont. Die Reaktion der Oberböden ist sehr schwach bis schwach sauer.

Wie die folgende Gesellschaft, das **Phippsietum algidae-concinnae** Nordh. 1943, ist die *Phippsia algida*-*Ranunculus pygmaeus*-Gesellschaft nach der Schneeschmelze meist wasserbedeckt. Bisweilen erhalten die Standorte auch danach noch eine schwache Wasserzufuhr aus höherliegenden Reliefbereichen, die allerdings im Wuchsbereich der Gesellschaft versickert. Im Gegensatz zum **Phippsietum algidae-concinnae** trocknen die Standorte der Gesellschaft im Normalfall jedoch relativ schnell und stärker ab, bleiben aber feucht. Außerdem unterliegen sie keiner stärkeren Erosion oder Ablution.

Die Phytomassebestimmungen geben den Einfluß der Moospolster auf die Gesellschaft wieder. Denn mit durchschnittlich 453 g m<sup>-2</sup> für die oberirdische Phytomasse liegen die Werte mehr als dreimal so hoch wie im **Phippsietum algidae-concinnae**, das allgemein nicht so moosreich ist. Dieser im Liefdefjorden ermittelte Wert stimmt in seiner Größenordnung gut mit den Werten von LUND (1979) und BRATTBÄKK (1985h) aus dem Adventdalen und von HERSTAD (1981) aus dem Bolterdalen überein. LUND (a.a.O.) bestimmte an einer vergleichbaren *Ranunculus pygmaeus*-*Drepanocladus uncinatus*-Gesellschaft 517 g m<sup>-2</sup> für die oberirdische Phytomasse, während der Bestandsvorrat bei BRATTBÄKK (a.a.O.) und HERSTAD (a.a.O.) bei 380 bzw. 383 g m<sup>-2</sup> liegt.

Mit *Ranunculus pygmaeus*, *Phippsia algida*, *Drepanocladus uncinatus*, *Polytrichum alpinum* und *Distichium capillaceum* besitzt die Gesellschaft fünf konstante Arten (s. Tab. 37). Durch den bestimmenden *Ranunculus pygmaeus* in der Phanerogamenschicht und den relativ hohen Anteil von *Drepanocladus uncinatus* und *Bryum spec.* in der Kryptogamenschicht setzt sich die Gesellschaft physiognomisch und floristisch von dem **Phippsietum algidae-concinnae** ab. Die Trennung wird durch mehrere Präferenzarten unterstützt (vgl. Tab. 37 und Tab. 38 oder siehe Tab. A4 im Anhang).

Ob die floristischen Unterschiede zwischen der *Phippsia algida*-*Ranunculus pygmaeus*-Gesellschaft und dem **Phippsietum algidae-concinnae** ausreichen, um die beiden Pflanzengemeinschaften auch in synsystematischer Hinsicht zu trennen, kann an dieser Stelle vorerst nicht entschieden werden und ist durch weitere Vegetationsaufnahmen zu untersuchen. Bei allen Unterschieden liegen die beiden Gesellschaften bezüglich ihrer floristischen und standortökologischen Gegebenheiten jedoch sehr nahe beieinander, so daß die *Phippsia algida*-*Ranunculus pygmaeus*-Gesellschaft vermutlich als Subassoziation des **Phippsietum algidae-concinnae** aufzufassen ist. Diese Vermutung wird durch die

Tatsache, daß *Ranunculus pygmaeus* in **Phippsietum**-Beständen des skandinavischen Fjells durchaus häufig vorkommt, gestützt (s. z.B. GJÆREVOLL 1956). Die höheren pflanzensoziologischen Einheiten, denen die *Phippsia algida*-*Ranunculus pygmaeus*-Gesellschaft untersteht, sind der Verband **Saxifrago-Ranunculion nivalis** (Nordh. 1943) Dierßen 1984, die Ordnung **Salicetalia herbaceae** Br.-Bl. ap. Br.-Bl. & Jenny 1926 und die Klasse **Salicetea herbaceae** Br.-Bl., Emb. & Mol. 1947.

**Tab. 37: Phippsia algida-Ranunculus pygmaeus-Gesellschaft.**

Laufende Nummer	1	2	3	4	5	6
Interne Nummer	377	178	349	194	170	179
Fläche (m <sup>2</sup> )	4	1	1	1	4	4
Bedeckung (%)	60	60	80	60	45	80
Artenzahl	13	13	15	16	17	19
<i>Ranunculus pygmaeus</i>	3	3	3	3	2	3
<i>Phippsia algida</i>	3	1	2	3	2	2
<i>Oxyria digyna</i>	.	.	2	+	+	2
<i>Poa alpina</i> var. <i>alpina</i>	.	.	1	2	.	2
<i>Ranunculus sulphureus</i>	+	.	.	.	+	2
<i>Bistorta vivipara</i>	1	.	+	.	.	.
<i>Saxifraga cernua</i>	1	.	.	.	+	.
<i>Equisetum variegatum</i>	.	2	.	.	.	1
<i>Saxifraga cespitosa</i>	.	.	1	.	.	1
<i>Cerastium regellii</i>	.	.	.	.	+	1
<i>Cochlearia groenlandica</i>	.	.	.	.	+	1
<i>Saxifraga nivalis</i>	+	.	.	.	.	.
<i>Saxifraga rivularis</i>	1	.	.	.	.	.
<i>Cerastium arcticum</i>	.	.	1	.	.	.
<i>Minuartia biflora</i>	.	.	1	.	.	.
<i>Draba lactea</i>	.	.	.	+	.	.
<i>Phippsia concinna</i>	.	.	.	.	3	.
<i>Cardamine pratensis</i> ssp. <i>polemonioides</i>	.	.	.	.	1	.
<i>Saxifraga hyperborea</i>	.	.	.	.	+	.
<i>Saxifraga oppositifolia</i>	.	.	.	.	.	+
<i>Drepanocladus uncinatus</i>	2	3	4	2	1	2
<i>Polytrichum alpinum</i>	2	+	+	2	.	1
<i>Distichium capillaceum</i>	.	+	2	+	1	2
<i>Bryum</i> spec.	4	2	.	.	1	3
<i>Tomenthypnum nitens</i>	1	.	.	.	+	1
<i>Ochrolechia frigida</i>	.	2	2	2	.	.
<i>Sauteria alpina</i>	.	+	+	+	.	.
Krustenflechten	.	1	.	.	+	2
<i>Pohlia cruda</i>	1	.	+	.	.	.
<i>Polytrichum sexangulare</i>	.	+	.	.	.	2
<i>Bryum pallescens</i>	.	.	2	2	.	.
<i>Brachythecium turgidum</i>	.	.	.	.	1	1
<i>Calliergon turgescens</i>	.	.	.	.	+	1
<i>Drepanocladus revolvens</i>	1	.	.	.	.	.
<i>Orthothecium chryseon</i>	.	+	.	.	.	.
<i>Hypnum revolutum</i>	.	+	.	.	.	.
<i>Stereocaulon alpinum</i>	.	.	.	2	.	.
<i>Cladonia cornuta</i>	.	.	.	1	.	.
<i>Cladonia pyxidata</i>	.	.	.	1	.	.
<i>Bryum argenteum</i>	.	.	.	+	.	.
<i>Cladonia</i> cf. <i>ecmocyna</i>	.	.	.	+	.	.

Lokalitäten: 377: unterh. Vogelfelsen östl. Glopbeen (Liefdefj.); 170, 178 u. 179: Reinsdyrflya; 349: S-Sjøvernbukta (Bockf.); 194: Kvikkåa (Liefdefj.).

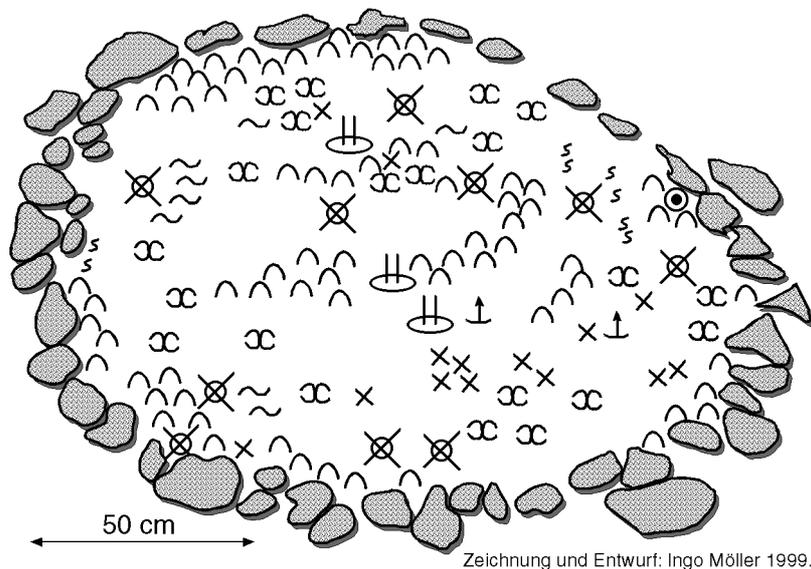
Von den bisher beschriebenen Pflanzengesellschaften Svalbards lassen sich die "*Ranunculus pygmaeus*-*Drepanocladus uncinatus*-snøleie" von LUND (1979) und HERSTAD (1979) sowie die "Dvergsoleie-snøleie/*Ranunculus pygmaeus*-samfunn" von BRATTBAKK (1985h) sehr gut mit der hier vorgestellten Gesellschaft vergleichen. Gleiches gilt für das **Drepanoclado-Poetum alpinae** Hadač

1946. Etwas weniger Affinitäten bestehen darüber hinaus auch zum bereits erwähnten **Ranunculo pygmaei-Caricetum lachenalii** Hadač 1989 (s.a. Kap. 6.2.7).

### 6.5.2 Phippsietum algidae-concinnae Nordhagen 1943

Das **Phippsietum algidae-concinnae** (Tab. 38) ist gegenüber der *Phippsia algida*-*Ranunculus pygmaeus*-Gesellschaft wesentlich lückiger und schütterer entwickelt. Dies zeigt bereits die durchschnittliche Vegetationsbedeckung von lediglich 40 % (20 - 50 %). Sowohl die Phanerogamen als auch die Kryptogamen wachsen in lockerer Anordnung (s. Abb. 32). Die Phanerogamen bleiben sehr niedrigwüchsig, und die Bryophyten bilden überwiegend kleine Flecken oder Polster. Geschlossene Moosschichten treten nie auf.

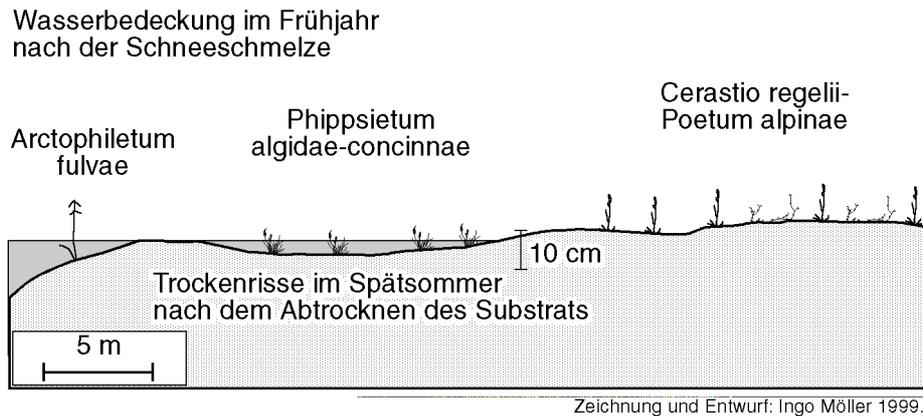
Typische Standorte des **Phippsietum algidae-concinnae** sind Geländemulden, in denen sich zum Winter hin Schnee sammeln kann und während des Winters persistent bleibt (s. Abb. 33). Daneben ist die Assoziation auch im Innenkreis inaktiver Steinringe oder Polygone zu finden (s. Abb. 32). Die Geländeoberfläche ist beinahe immer etwas geneigt ( $< 5 - 10^\circ$ ), aber nie steil.



- |   |                                |   |                             |
|---|--------------------------------|---|-----------------------------|
| ∞ | <i>Phippsia algida</i>         | ⊙ | <i>Cerastium alpinum</i>    |
| ↑ | <i>Saxifraga cernua</i>        | × | <i>Stereocaulon alpinum</i> |
| ⊥ | <i>Oxyria digyna</i>           | s | <i>Sauteria alpina</i>      |
| ⊗ | <i>Poa alpina</i>              | ∧ | Bryophyten                  |
| ~ | <i>Saxifraga oppositifolia</i> |   |                             |

**Abb. 32: Das Phippsietum algidae-concinnae in einem inaktiven Steinring im Liefdefjorden.**

Das **Phippsietum algidae-concinnae** apert minimal früher aus als die *Phippsia algida*-*Ranunculus pygmaeus*-Gesellschaft. Allerdings bleiben die besiedelten Standorte nach der Schneeschmelze sehr lange wassergesättigt und sind selbst gegen Ende der Vegetationsperiode noch sehr feucht bis naß. Während der Schneeschmelze sind die Standorte stets wasserüberstaut.



**Abb. 33: Schematische Vegetationsanordnung mit dem Phippsietum algidae-concinnae auf der Reinsdyrflya.**

Dieser Wassereinfluß im Zuge der Schneeschmelze wird zusätzlich durch eine oberflächliche Wasserzufuhr aus höheren Reliefbereichen verstärkt. Hierdurch entstehen größere Abspülungen oder linienhafte Erosionen. Sie verhindern eine größere Humusakkumulation auf der Bodenoberfläche wie auch eine flächenmäßig größere Ausdehnung der Moospolster.

Die Bodenbildung geht demzufolge selten über Lockersyrose oder Gleye ("Tundragleye") mit gering entwickelten Oberböden hinaus. Das Korngrößenspektrum der Böden ist gegenüber der *Phippsia algida*-*Ranunculus pygmaeus*-Gesellschaft etwas mehr zum feinkörnigen Bereich verschoben; es handelt sich überwiegend um sandig-schluffige Bodenarten.

Durch den hohen Bodenwassergehalt geschieht die Erwärmung des Bodens nur langsam. Infolgedessen ist die Assoziation auf kalten Standorten anzutreffen, was sich auch in der Produktion der Bestände widerspiegelt. Denn beim **Phippsietum algidae-concinnae** handelt es sich um eine sehr produktionschwache Pflanzengemeinschaft. Der mittlere Bestandsvorrat beträgt an der Eidembukta lediglich  $129 \text{ g m}^{-2}$  und im Liefdefjorden  $152 \text{ g m}^{-2}$ . Damit liegt die Assoziation auf dem Niveau der produktionschwächsten Gesellschaften der Fleckentundra.

Wie aus der Tab. 38 hervorgeht, ist die Assoziation durch mehrere konstante Arten gut gekennzeichnet. Konstante Arten sind *Phippsia algida*, *Poa alpina*, *Saxifraga cernua* und das Moos *Distichium capillaceum*. Hinzu kommen als schwach konstante Arten *Oxyria digyna*, *Cerastium regelii* und *Campylium stellatum*.

Dennoch müssen die arktischen Bestände der Assoziation als floristisch verarmt angesehen werden, da viele Arten aus dem boreal(-alpinen) Teilareal der Assoziation in den höheren Breiten ausfallen (vgl. z.B. NORDHAGEN 1943: 294-295 und GJÆREVOLL 1956). In Skandinavien ist das **Phippsietum algidae-concinnae** vorwiegend in der mittleren alpinen, aber auch in der unteren alpinen Stufe anzutreffen.

Innerhalb der Arktis reicht die Assoziation bis in die Arktische Polarwüstenzone. In Spitzbergen wurden vergleichbare Gesellschaften bisher von BRATTBAKK (1985h) als "Snøgras-snøleie/Phippsia algida-samfunn" belegt und von ELVEN ET AL. (1990) als "Phippsia concinna type" beschrieben. Im weiteren arktischen Teilareal ist die Assoziation in Nordostgrönland von FREDSKILD (1998) belegt worden. Eine ähnliche Assoziation gliedert MATVEYEVA (1994) als **Gymnomitrio-Phippsietum concinnae** ass. prov. anhand von Beständen der Taimyr-Halbinsel aus, verweist aber bereits auf näher zu untersuchende floristische Gemeinsamkeiten zum **Phippsietum algidae-concinnae**. Zusätzlich

konnte die Assoziation 1998 auch in der westlichen kanadischen Arktis auf Victoria Island, und zwar bei Cambridge Bay, am Surrey Lake und nördlich der Johansen Bay, beobachtet werden. Dies läßt auf eine weite Verbreitung in der Arktis schließen, wobei die Assoziation nicht immer gewöhnlich oder häufig sein muß. Allein das flachwellige, kurzkuppige Relief in der gesamten westlichen kanadischen Arktis bietet bereits grundlegend schlechte Voraussetzungen für späte Schneebodengesellschaften wie das **Phippsietum algidae-concinnae**.

**Tab. 38: Phippsietum algidae-concinnae Nordh. 1943.**

Laufende Nummer	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Interne Nummer	175	171	118	176	147	673	674	679	675	680
Fläche (m²)	2	10	2	4	10	1	4	1	1	4
Bedeckung (%)	35	40	20	40	30	45	50	50	40	50
Artenzahl	7	10	12	16	14	12	15	16	17	18
<i>Phippsia algida</i>	+	3	+	2	2	3	3	3	3	3
<i>Phippsia concinna</i>	3	2	2	+	.	.	.	.	.	.
<i>Poa alpina</i> var. <i>alpina</i>	1	+	1	+	1	+	1	+	.	+
<i>Saxifraga cernua</i>	+	.	1	1	+	+	+	+	+	+
<i>Oxyria digyna</i>	.	.	+	1	1	+	1	+	+	1
<i>Cerastium regelii</i>	.	.	.	1	1	1	+	+	+	+
<i>Cochlearia groenlandica</i>	.	.	.	+	.	+	+	+	+	+
<i>Saxifraga oppositifolia</i>	.	.	.	.	1	.	+	1	2	+
<i>Cerastium alpinum</i>	.	.	.	.	.	+	+	+	+	+
<i>Saxifraga nivalis</i>	.	.	.	.	.	+	+	+	+	+
<i>Saxifraga cespitosa</i>	.	.	.	.	.	+	+	.	+	+
<i>Ranunculus hyperboreus</i> ssp. <i>arnellii</i>	.	+	+	.	.	.	.	.	.	.
<i>Cardamine pratensis</i> ssp. <i>polemonioides</i>	.	1	.	.	.	.	+	.	.	.
<i>Draba alpina</i>	.	.	+	+	.	.	.	.	.	.
<i>Saxifraga tenuis</i>	.	.	.	+	+	.	.	.	.	.
<i>Sagina nivalis</i>	.	.	.	.	.	.	.	+	+	.
<i>Deschampsia alpina</i>	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.
<i>Draba lactea</i>	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.
<i>Distichium capillaceum</i>	2	2	1	+	+	+	+	+	+	+
<i>Campylium stellatum</i>	.	2	.	.	1	2	3	3	3	3
<i>Polytrichum alpinum</i>	.	.	.	+	.	+	1	+	1	+
Krustenflechten	.	.	+	+	.	.	.	1	1	1
<i>Sauteria alpina</i>	+	+	2	.	.	.	.	.	.	.
<i>Orthothecium chryseon</i>	.	.	1	1	2	.	.	.	.	.
<i>Stereocaulon alpinum/botryosum</i>	.	.	1	.	.	.	.	.	1	+
<i>Cetraria delisei</i>	.	.	.	1	.	.	.	.	+	+
<i>Cetraria islandica</i>	.	.	.	.	.	.	+	+	.	+
<i>Bryum cryophilum</i>	.	.	.	.	.	.	.	1	1	1
<i>Brachythecium glaciale</i>	2	2	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Bryum spec.</i>	.	+	.	.	2	.	.	.	.	.
<i>Drepanocladus revolvens</i>	.	.	.	2	2	.	.	.	.	.
<i>Polytrichum sexangulare</i>	.	.	.	2	.	.	.	.	.	.

Lokalitäten: 171, 175 u. 176: Reinsdyrflya; 118: Roosflya (Woodfj.); 147: Kvikkåa (Liefdefj.).

Die Assoziation untersteht dem Verband **Saxifrago-Ranunculion nivalis** (Nordh. 1943) Dierßen 1984 sowie der Ordnung **Salicetalia herbaceae** Br.-Bl. ap. Br.-Bl. et Jenny 1926 und der Klasse **Salicetea herbaceae** Br.-Bl., Emb. & Mol. 1947.

### 6.5.3 *Cerastio regelii*-Poetum alpinae Dierßen 1992

Das ***Cerastio regelii*-Poetum alpinae** (Tab. 39 - Tab. 41) findet sich meist auf annähernd ebenen Oberflächen in Tiefenlinien oder -zonen des Reliefs oder am Rande größerer Schneefelder (s. Abb. 37, aber auch Abb. 33 und Abb. 34). Die dominierenden und bezeichnenden Gefäßpflanzenarten *Poa alpina* und *Cerastium regelii* wachsen häufig in kleinen Gruppen, wodurch die physiognomische Gestalt der Assoziation einen lückigen Eindruck hinterläßt. Dies wird durch die flecken- oder polster-

haft angeordneten Kryptogamen unterstützt und durch die durchschnittliche Vegetationsbedeckung von rund 55 % bestätigt.

Die Standorte des **Cerastio regelii-Poetum alpinae** werden unwesentlich früher aper als die des **Phippsietum algidae-concinnae** (erste bis zweite Juli-Woche). Bezeichnenderweise sind die Standorte nach der Schneeschmelze kurzzeitig wasserbedeckt und trocknen nur langsam zum Ende der Vegetationszeit hin ab, bleiben allerdings durchnässt. Die mittlere Mächtigkeit der sommerlichen Auftauschicht ist etwas größer als beim **Phippsietum algidae-concinnae** und beträgt nach eigenen Grabungen im Spätsommer um die 60 cm. DIERSSEN (1996: 566) gibt sogar mehr als 75 cm an. Lockersyrose und Gleye ("Tundragleye") mit einer durchschnittlichen Durchwurzelungstiefe von 10 -25 cm bilden die charakteristischen Bodentypen. Sie haben - wenn überhaupt - nur geringe Humusaufgaben und ihre Oberbodenhorizonte zeigen Reaktionen im zirkumneutralen bis schwach sauren Bereich von pH 6 - 7.

Die Phytomasse der **Cerastio regelii-Poetum alpinae**-Bestände schwankt innerhalb weiter Grenzen, wobei ein hoher Anteil von Bryophyten stets für eine höhere Gesamtphytomasse verantwortlich ist. Während an moosarmen Beständen von der Eidembukta durchschnittlich nur 152 g m<sup>-2</sup> gemessen wurden, liegt die Gesamtphytomasse moosreicher Bestände aus dem Liefdefjorden bei 562 g m<sup>-2</sup> (letzteres nach Originaldaten DIERSSEN und THANNHEISER). Das Verhältnis von ober- zu unterirdischer Phytomasse beträgt bei den moosarmen Beständen an der Eidembukta 1 : 1,34.

**Tab. 39: Cerastio regelii-Poetum alpinae Dierßen 1992, Fragmentarische Subassoziaton.**

Laufende Nummer	1	2	3	4	5	6
Interne Nummer	503	172	106	151	112	111
Fläche (m <sup>2</sup> )	2	10	4	4	10	10
Bedeckung (%)	50	40	30	50	70	50
Artenzahl	11	17	18	18	25	30
<i>Cerastium regelii</i>	.	+	+	.	.	.
<i>Poa alpina</i> var. <i>alpina</i> / var. <i>vivipara</i>	2	3	3	3	3	2
<i>Saxifraga cernua</i>	+	+	+	+	1	1
<i>Oxyria digyna</i>	1	.	2	2	2	2
<i>Cerastium arcticum</i>	1	.	+	.	2	1
<i>Saxifraga cespitosa</i>	.	+	.	+	2	+
<i>Minuartia biflora</i>	.	.	+	2	2	+
<i>Ranunculus sulphureus</i>	.	+	.	.	1	+
<i>Draba alpina</i>	.	.	+	.	1	+
<i>Sagina nivalis</i>	.	.	.	+	+	+
<i>Phippsia algida</i>	1	+	.	.	.	.
<i>Saxifraga hyperborea</i>	.	+	.	+	.	.
<i>Cochlearia groenlandica</i>	.	+	.	.	+	.
<i>Silene acaulis</i>	.	.	+	.	.	1
<i>Saxifraga tenuis</i>	.	.	.	+	.	+
<i>Ranunculus pygmaeus</i>	.	.	.	+	.	+
<i>Luzula arctica</i>	.	.	.	.	2	2
<i>Saxifraga oppositifolia</i>	.	.	.	.	1	1
<i>Draba subcapitata</i>	.	.	.	.	1	+
<i>Equisetum variegatum</i>	.	.	.	.	+	+
<i>Stellaria longipes</i>	.	.	.	.	+	+
<i>Drepanocladus uncinatus</i>	2	1	1	1	3	2
<i>Distichium capillaceum</i>	.	1	1	1	1	1
<i>Bryum spec.</i>	1	1	1	1	.	.
Krustenflechten	.	+	+	2	.	2
<i>Polytrichum alpinum</i>	.	.	1	2	2	+
<i>Calliergon turgescens</i>	.	.	1	+	2	+
<i>Pohlia cruda</i>	+	+	+	.	.	.
<i>Polytrichum sexangulare</i>	.	.	+	.	+	+
<i>Blepharostoma trichophyllum</i>	+	+	.	.	.	.
<i>Stereocaulon alpinum</i>	2	.	.	+	.	.
<i>Orthothecium chryseon</i>	.	1	.	.	.	+
<i>Ditrichum flexicaule</i>	.	.	.	1	.	1
<i>Cephaloziella arctica</i>	.	.	.	+	1	.
<i>Cetraria delisei</i>	.	.	.	.	1	1

Einmalige Vorkommen: 503: *Sauteria alpina* (+); 172: *Cardamine pratensis* ssp. *polemonioides* (+), *Phippsia concinna*; 106: *Dicranum angustum* (2), *Philonotis tomentella* (1); 112: *Juncus biglumis* (+), *Cetraria islandica* (1), *Peltigera venosa* (+); 111: *Bistorta vivipara* (1), *Salix polaris* (+), *Saxifraga nivalis* (+), *Hypnum revolutum* (2).

Localitäten: 503, 106: Kvikkåa (Liefdefj.); 172: Reinsdyrflya; 151: Brotfjellet (Liefdefj.); 111 u. 112: N-Roosflya (Liefdefj.).

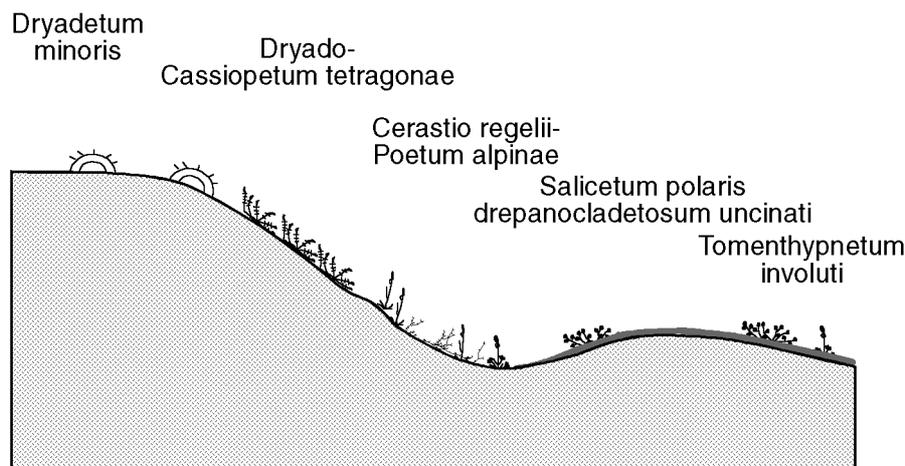
Gemäß dem eigenen Aufnahmematerial läßt sich die Assoziation in zwei Subassoziationen gliedern: Eine **Fragmentarische Subassoziaton** (Tab. 39) und eine **Typische Subassoziaton**, die ihrerseits aus zwei Varianten (**Typische Variante** (Tab. 40) und **Variante von *Oxyria digyna*** (Tab. 41)) besteht.

Wenn man die Assoziation zunächst insgesamt betrachtet, sind folgende konstante Arten vorhanden: *Poa alpina*, *Cerastium regelii*, *Saxifraga cernua*, *Drepanocladus uncinatus*, *Distichium capillaceum* und *Polytrichum alpinum*. Aus einem Vergleich der Untereinheiten der Assoziation über die

Teilstetigkeitstabelle (angehängt an Tab. 41) werden die kennzeichnenden und differenzierenden Arten der jeweiligen Untereinheiten deutlich. Der Einfachheit halber sind sie noch einmal übersichtlich zusammengefaßt:

	Cerastio regelii-Poetum alpinae		
	Fragment. Subassoziation	Typische Subassoziation	Typische Variante
			Variante v. <i>Oxyria digyna</i>
Konstante Arten	Poa alpina, Saxifraga cernua, Drepanocladus uncinatus  Oxyria digyna, Distichium capillaceum	Bryum spec.	Cerastium regelii Oxyria digyna, Polytrichum alpinum, Calliergon turgescens
Konstante Präferenzarten			Bryum pallescens/pseudotriquetrum
Häufige Präferenzarten	Minuartia biflora	Saxifraga oppositifolia	
Verbreitete Präferenzarten	Pohlia cruda		Bistorta vivipara, Tomenthypnum nitens, Brachythecium turgidum
Mehrmalige Präferenzarten	Ranunculus pygmaeus, Stellaria longipes, Equisetum variegatum, Silene acaulis, Draba subcapitata, Saxifraga hyperborea		Draba micropetala

Die Standorte der **Fragmentarischen Subassoziation** sind während der Schneeschmelze etwas stärker vom oberflächlichen Wasser beeinflusst als die der moosreicheren **Typischen Subassoziation**. Danach trocknen sie jedoch stärker ab, was durch einen etwas tiefer absinkenden Permafrost gefördert wird. Ein Grund für die geringere sommerliche Auftautiefe im Bereich der **Typischen Subassoziation**, und darin insbesondere der **Variante von Oxyria digyna**, ist auch in der flächenmäßig größeren Bryophytenschicht zu sehen, die isolierend auf den Permafrost wirkt, wodurch sich ein Selbstverstärkungseffekt ergibt.



Zeichnung und Entwurf: Ingo Möller 1999.

Abb. 34: Schematische Vegetationsanordnung mit dem Cerastio regelii-Poetum alpinae im Sverrefjellet (Bockfjorden, 100 m über dem Meer).

Das **Cerastio regelii-Poetum alpinae** ist in Nordwestspitzbergen wie im übrigen Svalbard weit verbreitet und gewöhnlich. Die Assoziation besiedelt nicht nur Tieflandslagen, sondern ist auch in größeren Höhen zu finden. Dies belegen die Aufnahmen 134 und 137 in Tab. 41 aus einer Höhe von 500 m über dem Meer.

Bisherige pflanzensoziologische Untersuchungen zur Assoziation oder ähnlichen Gesellschaften in Spitzbergen stammen neben der Erstbeschreibung DIERSSENS (1992) von DAHLE (1983, "Poa alpina-Cerastium regelii-snoeleie"), von BRATTBÄKK (1985h, "Poa alpina-samfunn") und von ELVEN ET AL. (1990, "Cerastium regelii type"). Außerdem lassen sich hier Teile der "Schneeboden-Stellen" von EUROLA (1968) und der "snow bed tundra" von GUGNACKA-FIEDOR & NORYSKIIEWICZ (1982) anschließen. Auch in der übrigen Arktis scheinen zumindest ähnliche Gesellschaften verbreitet zu sein, wie aus WEBBER (1978) für Barrow (Alaska) und MATVEYEVA (1994) für die Taimyr-Halbinsel hervorgeht. Wie bereits das **Phippsietum algidae-concinnae** konnte auch das **Cerastio regelii-Poetum alpinae** im Jahre 1998 auf Victoria Island in der westkanadischen Arktis registriert werden, obwohl es dort selten ist. Im skandinavischen Gebirge kommt die Assoziation dagegen nicht vor (DIERSSEN 1996: 565).

**Tab. 40: Cerastio regelii-Poetum alpinae Dierßen 1992, Typische Subassoziation, Typische Variante.**

Laufende Nummer	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Interne Nummer	100	292	293	173	683	688	697	684	689	611
Fläche (m <sup>2</sup> )	2	4	4	10	4	4	4	4	4	1
Bedeckung (%)	75	60	50	75	35	35	40	40	40	40
Artenzahl	13	18	16	18	14	14	17	19	15	17
Cerastium regelii	4	3	3	2	3	3	3	3	3	3
Poa alpina var. alpina / var. vivipara	2	3	3	4	1	1	1	1	1	2
Saxifraga cernua	+	2	1	1	+	+	+	+	+	+
Saxifraga oppositifolia	2	1	.	1	+	.	1	1	+	1
Luzula arctica	2	+	.	.	+	+	+	+	+	+
Cochlearia groenlandica	.	.	.	+	+	+	+	+	+	+
Draba lactea	.	.	.	.	+	+	+	+	+	+
Saxifraga cespitosa	.	.	+	.	+	+	+	.	.	1
Oxyria digyna	.	.	.	.	.	+	+	+	+	.
Sagina nivalis	.	.	.	.	.	.	+	+	+	+
Saxifraga nivalis	.	.	.	.	.	.	.	+	+	+
Juncus biglumis	+	.	.	.	.	.	+	.	.	.
Minuartia biflora	.	+	+	.	.	.	.	.	.	.
Cerastium alpinum	.	.	.	.	.	.	+	.	.	+
Salix polaris	.	.	.	.	.	.	.	+	+	.
Phippsia algida	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.
Ranunculus pygmaeus	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.
Drepanocladus uncinatus	2	2	+	2	1	1	3	1	1	2
Bryum spec.	+	2	3	1	+	1	+	+	1	1
Distichium capillaceum	.	.	1	+	+	+	+	+	+	+
Polytrichum alpinum	.	1	2	+	+	+	+	1	.	.
Stereocaulon alpinum	.	+	+	+	.	+	+	+	.	.
Krustenflechten	.	.	3	2	1	1	.	2	1	.
Orthothecium chryseon	2	2	1	1	.	.	.	.	.	.
Polytrichum sexangulare	.	+	+	+	.	.	.	.	.	.
Philonotis tomentella	2	2	.	.	.	.	.	.	.	.
Ditrichum flexicaule	1	2	.	.	.	.	.	.	.	.
Calliergon turgescens	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.
Sauteria alpina	.	.	+	+	.	.	.	.	.	.
Scorpidium scorpioides	.	.	.	.	+	.	.	.	.	+
Peltigera venosa	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.

Einmalige Vorkommen mit geringer Deckung (+): 100: Marchantia polymorpha; 292: Equisetum scirpoides, Saxifraga foliolosa, Dicranum angustum; 173: Ranunculus hyperboreus ssp. arnellii, Phippsia concinna, Brachythecium turgidum; 684: Cetraria delisei, Cetraria islandica; 611: Bistorta vivipara, Equisetum arvense ssp. boreale.

Lokalitäten: 100: Kvikkåa (Liefdefj.); 173: Reinsdyrflya; 292-293: Sverrefjellet (Bockfj.); 611, 683-684, 688-689 u. 697: Eidembukta (Forlandsund).

In synsystematischer Hinsicht untersteht das **Cerastio regelii-Poetum alpinae** wie die beiden zuvor dargestellten Pflanzengemeinschaften dem Verband **Saxifrago-Ranunculion nivalis** (Nordh. 1943) Dierßen 1984 sowie der Ordnung **Salicetalia herbaceae** Br.-Bl. ap. Br.-Bl. & Jenny 1926 und der Klasse **Salicetea herbaceae** Br.-Bl., Emb. & Mol. 1947.

**Tab. 41: Cerastio regelii-Poetum alpinae Dierßen 1992, Typische Subassoziation, Variante von Oxyria digyna; mit einem Stetigkeitsvergleich der Assoziationsuntereinheiten (Teilstetigkeitstabelle, Präferenzarten = kursiv).**

Laufende Nummer	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12												Stetigkeit		
	Interne Nummer												Fragn.	Typ. Subass.	Subass.
Fläche (m <sup>2</sup> )	200 332 331 346 230 134 164 117 122 137 169 333												Subass.	Typ.Var	Var. v. OxyDig
Bedeckung (%)	4 4 4 4 4 10 4 10 10 2 10 4														
Artenzahl	70 55 60 60 90 60 40 70 75 55 45 70														
	17 17 17 17 18 20 21 17 18 22 24 24														
Cerastium regelii	2	3	2	3	2	2	3	2	3	3	2	3	II	V	V
Poa alpina var. alpina / var. vivipara	4	3	2	3	2	1	2	3	2	2	3	3	V	V	V
Oxyria digyna	2	2	3	3	2	3	2	3	2	2	2	2	V	II	V
Saxifraga cernua	+	.	+	1	2	1	1	1	+	1	1	+	V	V	V
Cerastium arcticum	+	1	+	+	+	1	+	.	.	.	.	.	IV	.	III
Draba lactea	.	.	.	1	+	+	+	+	+	.	.	.	.	III	III
Bistorta vivipara	.	+	1	1	.	.	+	.	.	1	.	1	I	+	III
Phippsia algida	.	.	.	.	.	.	1	+	2	+	1	.	II	+	II
Minuartia biflora	.	1	1	1	.	.	.	.	.	.	.	1	IV	I	II
Salix polaris	.	+	.	.	.	2	1	.	.	.	.	+	I	I	I
Draba alpina	.	.	.	.	+	+	+	.	.	.	+	.	III	.	II
Saxifraga oppositifolia	.	.	.	.	1	2	1	.	.	.	.	1	II	IV	II
Cochlearia groenlandica	.	.	.	.	+	.	+	+	2	.	.	.	II	IV	II
Draba micropetala	.	+	1	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	II
Saxifraga tenuis	.	.	.	.	.	.	.	.	+	1	+	.	II	.	II
Ranunculus sulphureus	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	+	+	III	.	II
Saxifraga cespitosa	.	.	.	.	1	.	.	.	+	.	.	.	IV	III	I
Phippsia concinna	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	+	.	I	+	I
Luzula arctica	.	.	.	.	.	1	1	.	.	.	.	.	II	IV	I
Sagina nivalis	.	.	.	.	.	+	+	.	.	.	.	.	III	II	I
Minuartia stricta	.	.	.	.	.	1	.	.	.	1	.	.	.	.	I
Ranunculus pygmaeus	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	II	+	+
Equisetum variegatum	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	II	.	+
Saxifraga hyperborea	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	II	.	+
Stellaria longipes	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	II	.	+
Silene acaulis	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	II	.	+
Draba subcapitata	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	II	.	.
Drepanocladus uncinatus	1	1	2	2	3	3	1	3	3	2	+	2	V	V	V
Bryum pallescens/pseudotriquetrum	2	2	2	3	2	1	.	2	+	.	+	3	.	.	V
Bryum spec.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	IV	V	.
Calliergon turgescens	1	2	2	2	.	.	2	2	1	+	+	2	IV	I	V
Polytrichum alpinum	2	1	2	.	+	+	1	.	2	1	1	.	IV	IV	V
Distichium capillaceum	.	2	1	1	1	1	.	1	1	+	.	1	V	IV	IV
Krustenflechten	2	2	1	1	.	3	.	2	.	2	2	.	IV	III	IV
Tomenthypnum nitens	1	1	1	.	.	2	.	.	.	+	+	1	.	.	III
Cephaloziella arctica	.	+	1	1	.	.	1	.	1	.	.	+	II	.	III
Brachythecium turgidum	.	.	.	.	.	.	2	.	2	1	+	2	.	+	III
Cetraria delisei	.	.	.	1	.	1	.	+	.	.	2	.	II	+	II
Blepharostoma trichophyllum	.	.	.	.	.	.	.	1	1	.	+	1	II	.	II
Sauteria alpina	.	.	.	.	.	.	.	+	.	+	+	+	I	I	II
Stereocaulon alpinum (& spec.)	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	1	II	III	II
Philonotis tomentella	.	.	1	1	1	.	.	.	.	.	.	.	I	I	II
Ditrichum flexicaule	2	.	.	.	.	.	.	2	.	.	.	.	II	I	I
Polytrichum sexangulare	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	III	II	I
Pohlia cruda	.	.	.	.	1	.	.	.	+	.	.	.	III	.	I
Dicranum angustum	.	.	.	.	.	+	+	.	.	.	.	.	I	+	I
Cladonia coccifera	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	.	.	.	I
Orthothecium chryseon	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	II	II	+

Einmalige Vorkommen : 200: Minuartia rubella (+), Cladonia pyxidata (+), Barbula spec. (+); 346: Draba oxycarpa (+); 230: Mnium spec. (1); 137: Festuca vivipara (+), Juncus biglumis (+); 169: Cetraria islandica (+), Tortella fragilis (+); 333: Psoroma hypnorum (1).

Lokalitäten: 200, 134 u. 137: Kvikkåa (Liefdefj.); 331-333: Roosflya südl. Finnluvebekken (Woodfj.); 346: S-Roosflya (Woodfj.); 230: Kapp Kjeldsen (Bockfj.); 164: östl. d. Lagune Kvikkåa (Liefdefj.); 117: Roosflya (Woodfj.); 122 u. 169: SW-Reinsdyrflya.

#### 6.5.4 *Salicetum polaris* Gjærevoll 1950

Das *Salicetum polaris* kommt in Nordwestspitzbergen wie im übrigen Spitzbergen in zwei floristisch und physiognomisch deutlich unterscheidbaren Subassoziationen vor (Tab. 42 sowie Tab. 43 und Tab. 44). Während in der **Typischen Subassoziation** die Polarweide (*Salix polaris*) die einzig dominierende Art ist, erlangt in der **Subassoziation von *Drepanocladus uncinatus*** das bezeichnende Moos eine sehr große Bedeutung und wird co-dominant oder mehr. Die Mooschicht wird gegenüber der **Typischen Subassoziation** geschlossener - aber nie vollständig geschlossen - und verleiht den Beständen einen ausgeprägteren zweischichtigen Aufbau. Auch die Vegetationsbedeckung steigt von durchschnittlich 75 % in der **Typischen Subassoziation** auf 85 % in der **Subassoziation von *Drepanocladus uncinatus***.

Das *Salicetum polaris* verfügt über einen etwas mehr als moderaten Schneeschutz und apert früher aus als die zuvor genannten Gesellschaften der Schneebodenvegetation. Anfang Juli ist die winterliche Schneebedeckung meist abgeschmolzen. Die Standorte der Assoziation sind überwiegend leicht geneigt (5 - 25°; s.a. Abb. 35), so daß es während der Schneeschmelze nicht zu einer stagnierenden Wasserbedeckung kommt. Außerdem trocknet das sandig-lehmige oder schluffige Substrat relativ schnell ab, bleibt aber feucht; in der **Subassoziation von *Drepanocladus uncinatus*** feuchter als in der **Typischen Subassoziation**.

Als charakteristischer Bodentyp existiert ein Regosol mit einer Durchwurzelungstiefe von 25 - 40 cm. Der Oberboden weist eine Reaktion im zirkumneutralen bis schwach sauren Bereich von pH 6 - 7 auf und ist basenreich. Die stets vorhandene Humusaufgabe erreicht keine 5 cm Mächtigkeit. Sie ist gekennzeichnet durch die Horizontfolge Of-Oh. Als weiterer Bodentyp sind Gleye ("Tundragleye") seltener anzutreffen. Infolge der Hanglage und der Feuchtigkeit des Substrats sind die Standorte des *Salicetum polaris* einer mäßig starken Solifluktion und Kryoturbation unterworfen. Des öfteren kann die Bildung kleiner "hummocks" beobachtet werden.

Die Phytomassebestimmungen weisen das *Salicetum polaris* als eine sehr produktionsstarke Assoziation aus. An der Eidembukta beträgt die Gesamtphytomasse von Beständen der **Subassoziation von *Drepanocladus uncinatus*** durchschnittlich 1501 g m<sup>-2</sup> und im Liefdefjorden 1359 g m<sup>-2</sup> (letzteres nach Originaldaten DIERSSEN und THANNHEISER). Einen vergleichbaren Wert von 1294 g m<sup>-2</sup> ermittelten auch GJESSING & ØVSTEDAL (1976) für eine anders etwas zusammengesetzte Gesellschaft am Kjørstranda (Brøggerhalvøya), die zur **Typischen Variante der Subassoziation von *Drepanocladus uncinatus*** überleitet. Da die Gesamtphytomasse zu einem großen Teil von der Ausprägung der Mooschicht mitbestimmt wird, bestehen Differenzen zwischen der **Typischen Subassoziation** und der **Subassoziation von *Drepanocladus uncinatus***, und zwar insofern, als daß letztere höhere Bestandsvorräte besitzt.

Da die Assoziation im Frühsommer einen wichtigen Weidegrund für Rentiere darstellt (BRATTBÄKK 1985h), nimmt auch die Intensität der Beweidung einen Einfluß auf die Phytomasse. An drei der dreißig aufgenommen Bestände der **Subassoziation von *Drepanocladus uncinatus*** konnten zudem Spuren einer Beweidung durch Gänse beobachtet werden (Aufnahmen 20, 304 und 109 in Tab. 43). Wie bereits beim **Bryo-Dupontietum pelligerae** (Kap. 6.2.4) ausgeführt, erhalten die beweideten Bestände über den Kot der Weidetiere eine gewisse Nährstoffzufuhr, die zum Basenpool im Boden und letztlich zur Produktion der Pflanzengemeinschaft positiv beiträgt.

Am Aufbau der Assoziation ist insgesamt eine relativ große Sippenzahl beteiligt. Konstante Arten sind aber nur *Salix polaris*, *Saxifraga oppositifolia* und *Luzula arcuata* ssp. *confusa* (s.a. Tab. A4 im Anhang). Ansonsten zeigt die Assoziation ein differenziertes Bild, das die bereits angedeutete Aufteilung in eine **Typische Subassoziation (*Salicetum polaris typicum*, Tab. 42)** und eine **Sub-**

assoziation von *Drepanocladus uncinatus* (*Salicetum polaris drepanocladetosum uncinati* subass. nov., Tab. 43 und Tab. 44) ermöglicht.

**Tab. 42: *Salicetum polaris* Gjørev. 1950,  
Typische Subassoziation.**

Laufende Nummer	1	2	3	4	5	6	7
Interne Nummer	448	466	471	472	99	465	456
Fläche (m <sup>2</sup> )	4	4	4	4	10	4	4
Bedeckung (%)	75	80	80	90	50	75	80
Artenzahl	10	17	16	16	21	22	23
<i>Salix polaris</i>	4	4	4	5	3	4	4
<i>Carex fuliginosa</i> ssp. <i>misandra</i>	3	3	3	2	3	3	3
<i>Saxifraga oppositifolia</i>	2	1	2	1	1	2	2
<i>Bistorta vivipara</i>	2	1	2	1	1	2	1
<i>Luzula arcuata</i> ssp. <i>confusa</i>	.	1	+	2	.	1	+
<i>Silene uralensis</i> ssp. <i>arctica</i>	.	.	+	+	1	.	+
<i>Cerastium regelii</i>	.	.	.	+	+	+	+
<i>Draba corymbosa</i>	.	+	.	+	.	+	.
<i>Juncus biglumis</i>	.	.	+	.	+	.	+
<i>Draba lactea</i>	.	.	.	1	+	+	.
<i>Cerastium arcticum</i>	.	.	.	+	+	+	.
<i>Oxyria digyna</i>	.	1	.	.	.	1	.
<i>Papaver dahlianum</i>	.	1	.	.	.	+	.
<i>Pedicularis hirsuta</i>	.	.	+	+	.	.	.
<i>Stellaria longipes</i>	.	.	.	1	.	1	.
<i>Minuartia stricta</i>	.	.	.	.	+	.	+
<i>Silene acaulis</i>	.	.	.	.	.	1	1
<i>Ditrichum flexicaule</i>	2	4	3	4	2	3	2
<i>Distichium capillaceum</i>	1	1	1	.	.	1	1
<i>Hypnum bambergeri</i>	.	.	1	+	2	2	+
<i>Campylium stellatum</i>	1	1	.	.	1	.	.
<i>Bryum spec.</i>	2	.	.	4	.	3	.
<i>Tomenthypnum nitens</i>	.	1	.	+	.	2	.
<i>Dicranum fuscescens</i>	.	.	+	.	+	1	.
<i>Orthothecium chryseon</i>	+	.	.	.	.	1	.
<i>Dicranum angustum</i>	.	2	1	.	.	.	.
<i>Tortula ruralis</i>	.	2	.	.	.	.	3
<i>Bryum pseudotriquetrum</i>	.	.	3	.	.	.	2
<i>Hypnum revolutum</i>	.	3	.	.	.	.	.
<i>Aulacomnium palustre</i>	.	2	.	.	.	.	.
<i>Polytrichum juniperinum</i>	.	1	.	.	.	.	.
<i>Gymnomitrium concinnatum</i>	.	.	3	.	.	.	.
<i>Oncophorus virens</i>	.	.	1	.	.	.	.
Krustenflechten	.	.	.	.	2	.	.
<i>Racomitrium lanuginosum</i>	.	.	.	.	1	.	.
<i>Bryum wrightii</i>	.	.	.	.	.	.	1

Einmalige Vorkommen mit geringer Deckung (+): 448: *Orthotrichum spec.*, 99: *Draba alpina*, *Sagina nivalis*, *Grimmia spec.*, *Cladonia spec.*, *Stereocaulon alpinum*, 465: *Saxifraga cernua*, *Leicolea spec.*, 456: *Draba oxycarpa*, *Draba subcapitata*, *Equisetum variegatum*, *Saxifraga cespitosa*, *Brachythecium turgidum*, *Polytrichum alpinum*, *Racomitrium canescens*.

Lokalitäten: 99: Kvikkåa (Liefdefj.); 448: Äußeres Woodfj.-dalen; 456: Wulfberget (Liefdefj.); 465-466: Næssøpynten (Liefdefj.); 471-472: östl. "Texas-Bar" (Liefdefj.).

Aus einem Vergleich der Stetigkeiten werden folgenden konstante Arten und Präferenzarten der jeweiligen Subassoziation deutlich:

	<b>Salicetum polaris typicum</b>	<b>Salicetum polaris drepanocladetosum uncinati</b>
<b>Konstante Arten</b>	Salix polaris, Saxifraga oppositifolia, Luzula arcuata ssp. confusa Bistorta vivipara, Ditrichum flexicaule, Distichium capillaceum (schw. konst.)	
<b>Konstante Präferenzarten</b>	Hypnum bambergeri (schw. konst.)	Drepanocladus uncinatus, Oxyria digyna, Saxifraga cernua (schw. konst.),
<b>Häufige Präferenzarten</b>		Polytrichum alpinum, Dicranum angustum, Orthothecium chryseon
<b>Verbreitete Präferenzarten</b>	Silene uralensis ssp. arctica, Draba corymbosa, Campylium stellatum, Dicranum fuscescens	Hypnum revolutum, Draba alpina
<b>Mehrmalige Präferenzarten</b>	Minuartia stricta, Bryum pseudotriquetrum	Poa alpina, Cetraria delisei

Die Subassoziation **Salicetum polaris drepanocladetosum uncinati** unterscheidet sich in standort-ökologischer Hinsicht vom **Salicetum polaris typicum** durch eine etwas längere Schneebedeckung, die das bezeichnende Moos gegenüber den anderen Arten indirekt fördert. Hierdurch bleiben die Standorte der Subassoziation nach der Schneeschmelze länger wasserdurchtränkt. Die **Typische Subassoziation** ist dagegen etwas basenreicher und hat einen etwas höheren pH-Wert innerhalb des angegebenen Schwankungsbreite.

Die Varianten des **Salicetum polaris drepanocladetosum uncinati** (nomenklatorischer Typus: Aufnahme 304 in Tab. 43) stellen sich in vergleichbarer Weise ein. Die **Variante von Carex fuliginosa ssp. misandra** (Tab. 44) ist nach der Schneeschmelze nicht so lange wasserdurchtränkt wie die **Typische Variante** (Tab. 43) und zudem etwas basenreicher als die anderen beiden Varianten.

Die floristische Differenzierung der beiden Varianten ergibt sich aus der Teilstetigkeitstabelle, die an die Tab. 44 angehängt ist.

Innerhalb des **Salicetum polaris drepanocladetosum uncinati** leiten insbesondere die Bestände der **Typischen Variante**, in denen *Salix polaris* nur geringe Deckungsgrade erreicht, zu den "reinen" "Drepanocladus uncinatus-Schneeböden", wie sie HOFMANN (1968) und PHILIPPI (1973) aus dem Freemansundet-Gebiet beschreiben, über. Zu der hier vorgestellten Subassoziation gehören über diese hinaus die "Drepanocladus uncinatus-snöleie" von ELVEBAKK (1979), die "Drepanocladus uncinatus-community" von GJESSING & ØVSTEDAL (1976), die "Drepanocladus uncinatus-Salix polaris-Gesellschaft" von MÖLLER, THANNHEISER & WÜTHRICH (1998) und teilweise die "Schneebodenstellen" von EUROLA (1968), Ausschnitte der "Polygonum viviparum community, Typical Variant" von DUBIEL & OLECH (1990) sowie Teile der "Sanonia snowbed community" von VIRTANEN & EUROLA (1997).

Mit dem **Salicetum polaris typicum** sind die folgenden Pflanzengemeinschaften, die bisher in Spitzbergen beschrieben und belegt wurden, vergleichbar: **Solorineto-Salicetum polaris** Hadač 1946, **Luzulo confusae-Salicetum polaris** Hadač 1989, **Pediculari hirsutae-Gymnomitrium coralloidis** Hadač 1989 und Teile der "Polygonum viviparum community, Typical Variant" von DUBIEL & OLECH (1990).



**Fortsetzung Tab. 43:**

Einmalige Vorkommen mit geringer Deckung (+): 177: *Saxifraga hyperborea*; 144: *Festuca vivipara*; 17: *Calliergon turgescens*; 615: *Pedicularis hirsuta*; 616: *Oncophorus wahlenbergii*; 671: *Equisetum arvense* ssp. *boreale*, *Bryum wrightii*; 50: *Potentilla rubricaulis*; 646: *Thamnolia vermicularis*; 647: *Cardamine bellidifolia*, *Equisetum scirpoides*; 20: *Cladonia coccifera*, *Anthelia juratzkana*; 304: *Minuartia biflora*, *Saxifraga hieracifolia*; 321: *Dryas octopetala*, *Polytrichum sexangulare*; 109: *Phippsia algida*, *Silene uralensis* ssp. *arctica*, x *Puccinipissia vacillans*, *Aulacomnium palustre*.

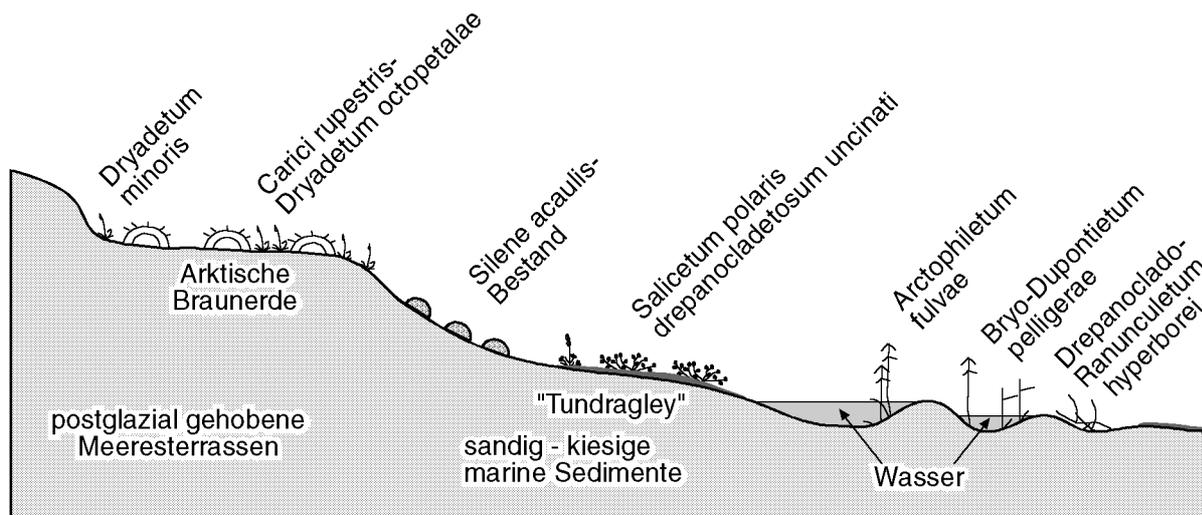
Anmerkungen: \* = *L. arcuata* ssp. *confusa*, 1 = *C. alpinum* & *arcticum*, 2 = *P. alpina* var. *alpina* & var. *vivipara*, 3 = *C. pratensis* ssp. *polemonioides*, 4 = *S. alpinum* & spec., 5 = *P. rufescens* & *aphtosa*.

Lokalitäten: 177: Reinsdyrflya; 17, 135, 142 u. 144: Kvikkåa; 615-617, 624-626, 645-647 u. 670-671: Eidembukta (Forlandsund.); 50: Festland südl. Lerneröyane (Liefdefj.); 768: Gåsebu (Kongsfj.); 20 u. 182: Brotfjellet (Liefdefj.); 304, u. 321: S-Roosflya (Woodfj.); 109: N-Roosflya (Woodfj.).

Die Assoziation besitzt ein boreal(-alpin)-arktisches Verbreitungsgebiet. Sie ist in den alpinen Stufen Skandinaviens genauso weit verbreitet wie in Spitzbergen und in der weiteren euro-asiatischen Arktis. Die Assoziation fehlt hingegen in Island, Grönland und in der östlichen kanadischen Arktis (DIERSSEN 1996: 566).

Bezüglich der Verbreitung überwiegt in Spitzbergen die **Subassoziation von *Drepanocladus uncinatus*** deutlich gegenüber der **Typischen Subassoziation**. Diese ist dafür in den Skanden häufiger. Sie ist dort durch eine Reihe weiterer Sippen charakterisiert, die den arktischen Beständen fehlen. Die Assoziation untersteht dem Verband ***Saxifrago-Ranunculion nivalis*** (Nordh. 1943) Dierßen 1984, der Ordnung ***Salicetalia herbaeae*** Br.-Bl. ap. Br.-Bl. & Jenny 1926 und der Klasse ***Salicetea herbaceae*** Br.-Bl., Emb. & Mol. 1947.

In standörtlicher Hinsicht vermittelt die Assoziation in Spitzbergen einerseits über die **Typische Subassoziation** in Richtung der weniger schneebedeckten Zwergstrauchheiden und andererseits über die moosreiche **Subassoziation von *Drepanocladus uncinatus*** zu den Flachmoorgesellschaften. In räumlicher Hinsicht ist das ***Salicetum polaris drepanocladetosum uncinati***, häufig in Kontakt mit dem ***Cetrarietum delisei*** anzutreffen.



Zeichnung und Entwurf: Ingo Möller 1999.

**Abb. 35: Schematische Vegetationsanordnung mit dem *Salicetum polaris drepanocladetosum uncinati* am Isthmus der Lernerhalbinsel (Liefdefjorden).**

**Tab. 44: *Salicetum polaris drepanocladetosum uncinati*, Variante von *Carex fuliginosa* ssp. *misandra*; mit einem Stetigkeitsvergleich der Subassoziationsvarianten (Teilstetigkeitstabelle, Präferenzarten = kusiv).**

Laufende Nummer	16	17	18	19	20	21	22	Stetigkeit	
Interne Nummer	226	306	95	464	463	467	320	Variante	Typische Variante
Fläche (m <sup>2</sup> )	4	10	10	4	4	4	4	C. f. ssp. misandra	
Bedeckung (%)	80	80	95	80	75	80	70		
Artenzahl	19	24	26	22	22	25	29		
<i>Salix polaris</i>	4	4	5	4	4	4	4	V	V
<i>Carex fuliginosa</i> ssp. <i>misandra</i>	3	2	2	3	2	2	2	V	.
<i>Oxyria digyna</i>	1	2	2	1	+	1	2	V	V
<i>Saxifraga oppositifolia</i>	2	1	+	2	1	1	1	V	V
<i>Draba alpina</i>	+	+	+	+	+	+	+	V	.
<i>Luzula arcuata</i> ssp. <i>confusa</i>	.	+	1	2	1	1	1	V	IV
<i>Pedicularis hirsuta</i>	+	+	.	+	+	1	.	IV	IV
<i>Cerastium alpinum</i> & <i>arcticum</i>	.	1	+	1	1	.	+	IV	III
<i>Stellaria longipes</i>	.	+	.	1	1	+	1	IV	II
<i>Silene acaulis</i>	.	1	+	1	.	.	2	III	I
<i>Bistorta vivipara</i>	.	.	.	2	2	2	2	III	III
<i>Saxifraga cernua</i>	.	.	.	+	+	+	+	III	IV
<i>Juncus biglumis</i>	1	.	.	.	.	+	+	III	II
<i>Draba lactea</i>	.	+	+	.	.	.	.	II	II
<i>Papaver dahlianum</i>	+	.	.	.	+	.	.	II	.
<i>Poa arctica</i> ssp. <i>caespitans</i>	.	+	.	.	+	.	.	II	.
<i>Dryas octopetala</i>	2	.	.	.	.	.	.	I	r
<i>Cardamine bellidifolia</i>	.	.	+	.	.	.	.	I	r
<i>Draba oxycarpa</i>	.	.	.	+	.	.	.	I	r
<i>Equisetum arvense</i> ssp. <i>boreale</i>	.	.	.	.	.	1	.	I	r
<i>Puccinellia vahliana</i>	.	.	.	.	.	1	.	I	.
<i>Saxifraga tenuis</i>	.	.	.	.	.	+	.	I	I
<i>Saxifraga cespitosa</i>	.	.	.	.	.	.	1	I	III
<i>Cerastium regelii</i>	.	.	.	.	.	.	+	I	II
<i>Equisetum scirpoides</i>	.	.	.	.	.	.	+	I	r
<i>Saxifraga nivalis</i>	.	.	.	.	.	.	+	I	I
<i>Saxifraga foliolosa</i>	.	.	.	.	.	.	+	I	.
<i>Poa alpina</i> var. <i>alpina</i> & var. <i>vivipara</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	III
<i>Equisetum variegatum</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	II
<i>Luzula arctica</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	II
<i>Ranunculus sulphureus</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	II
<i>Drepanocladus uncinatus</i>	3	4	3	3	3	3	3	V	V
<i>Tomenthypnum nitens</i>	1	1	2	3	3	3	2	V	III
<i>Ditrichum flexicaule</i>	2	1	1	3	2	2	2	V	II
<i>Bryum spec.</i>	2	1	+	2	2	3	1	V	V
<i>Orthothecium chryseon</i>	1	2	1	1	1	2	1	V	II
<i>Distichium capillaceum</i>	1	+	1	2	2	1	.	V	V
<i>Hypnum revolutum</i>	1	+	+	.	.	.	+	IV	II
Krustenflechten	1	2	1	.	.	.	1	III	I
<i>Tortula ruralis</i>	+	+	+	.	.	.	+	III	.
<i>Polytrichum alpinum</i>	.	1	+	+	2	.	.	III	V
<i>Dicranum angustum</i>	1	2	3	.	.	.	.	III	IV
<i>Cetraria delisei</i>	.	1	1	.	.	.	.	II	II
<i>Stereocaulon alpinum</i> & spec.	.	.	+	.	.	.	+	II	II
<i>Hypnum bambergi</i>	.	.	2	.	.	3	.	II	.
<i>Bryum wrightii</i>	.	.	.	2	2	.	.	II	r
<i>Lophozia spec.</i>	.	.	.	+	+	.	.	II	.
<i>Dicranum fuscescens</i>	.	.	.	.	.	1	2	II	r
<i>Campylium stellatum</i>	.	.	.	.	.	1	1	II	r
<i>Tortella fragilis</i>	.	.	2	.	.	.	.	I	+
<i>Hylocomium splendens</i>	.	.	1	.	.	.	.	I	I
<i>Encalypta spec.</i>	.	.	.	.	.	+	.	I	.
<i>Bryum pseudotriquetrum</i>	.	.	.	.	.	.	2	I	.
<i>Cetraria islandica</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	II
<i>Peltigera rufescens</i> & <i>aphtosa</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	II
<i>Ptilidium ciliare</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	II
<i>Cetraria nivalis</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	II

Lokalitäten: 226: Kapp Kjeldsen (Bockfj.); 306: S-Roosflya (Woodfj.); 95: Kvikkåa (Liefdefj.); 463 u. 464: Næssøpynten (Liefdefj.); 467: Brotfjellet (Liefdefj.); 320: Sverrefjellet (Bockfj.).

### 6.5.5 *Salix reticulata*-Gesellschaft

*Salix reticulata*-reiche oder *Salix reticulata*-dominierte Gesellschaften werden in Skandinavien traditionell zum **Salicetum polaris** gestellt. In Skandinavien nehmen sie in der alpinen Stufe etwas früher apere, wärmere und basenreichere Standorte ein als *Salix polaris*-Gesellschaften ohne *Salix reticulata*. Dementsprechend werden sie in Skandinavien mit zunehmender Höhe über dem Meer und mit zunehmender geographischer Breite in Richtung der Arktis seltener.

In Spitzbergen sind sie schließlich nur noch selten in der Inneren Arktischen Fjordzone und in der Mittleren Arktischen Tundrenzone anzutreffen. Dort nimmt die hier vorgestellte *Salix reticulata*-Gesellschaft Gunststellen ein, die - wie in den Skanden - gegenüber Standorten von *Salix polaris*-Gesellschaften ohne *Salix reticulata* klimatisch und edaphisch bevorteilt sind.

Tab. 45: *Salix reticulata*-Gesellschaft.

Laufende Nummer	1	2	3	4	5	6
Interne Nummer	450	356	355	359	358	357
Fläche (m <sup>2</sup> )	1	1	1	1	4	4
Bedeckung (%)	90	80	90	75	80	80
Artenzahl	11	14	16	17	19	19
<i>Salix reticulata</i>	4	4	4	4	4	4
<i>Bistorta vivipara</i>	2	.	1	1	1	1
<i>Saxifraga oppositifolia</i>	.	1	1	2	.	.
<i>Cassiope tetragona</i>	.	1	2	+	.	.
<i>Equisetum variegatum</i>	.	+	+	.	.	+
<i>Equisetum scirpoides</i>	.	.	.	1	1	+
<i>Salix polaris</i>	2	.	.	1	1	.
<i>Equisetum arvense</i> ssp. boreale	.	.	.	1	+	.
<i>Eutrema edwardsii</i>	.	.	.	+	.	+
<i>Oxyria digyna</i>	.	.	.	+	.	+
<i>Carex parallela</i>	.	.	.	.	2	2
<i>Silene acaulis</i>	.	.	.	.	1	1
<i>Draba lactea</i>	.	.	.	.	+	+
<i>Dryas octopetala</i>	.	2	.	.	.	.
<i>Distichium capillaceum</i>	2	2	2	3	3	1
<i>Tomenthypnum nitens</i>	2	2	3	2	2	2
<i>Orthothecium chryseon</i>	2	1	1	+	+	.
<i>Bryum</i> spec.	4	3	3	3	.	3
<i>Ditrichum flexicaule</i>	.	1	2	1	1	1
<i>Campylium stellatum</i>	1	1	.	.	+	+
<i>Hypnum bambergeri</i>	.	1	1	3	2	.
<i>Cetraria delisei</i>	.	.	.	+	+	+
<i>Calliergon turgescens</i>	.	2	2	.	.	.
<i>Cinclidium arcticum</i>	.	+	1	.	.	.
Krustenflechten	.	.	.	+	1	.
<i>Drepanocladus revolvens</i>	.	.	.	.	1	2
<i>Polytrichum juniperinum</i>	.	.	.	.	1	1
<i>Drepanocladus uncinatus</i>	2	.	.	.	.	.
<i>Lophozia</i> spec.	2	.	.	.	.	.
<i>Distichium inclinatum</i>	.	.	.	.	.	2

Einmalige Vorkommen mit geringer Deckung (+): 450: *Hypnum revolutum*, 355: *Draba alpina*, *Draba fladnizensis*, *Mnium marginatum*, 358: *Dicranum elongatum*, *Stereocaulon alpinum*.

Lokalitäten: 450: "Texas-Bar" (Liefdefj.); 355-359: Innere Sjøvernbukta (Bockfj.).

Die klimatische Gunstlage der *Salix reticulata*-Bestände läßt sich für die aufgenommenen Bestände der Tab. 45 leicht aus ihrer Lage im Relief ableiten. Es handelt sich einerseits um hängige Standorte im Übergang von Geländesenken zu Geländekuppen, wobei die *Salix reticulata*-Bestände höhere und damit etwas früher apere Positionen oberhalb von *Salix polaris*-Beständen einnehmen. Andererseits

nehmen die *Salix reticulata*-Bestände auch stets strahlungsgünstig geneigte und in südliche oder südwestliche Richtungen exponierte Hanglagen ein (vgl. auch MÖLLER & THANNHEISER 1997).

Die edaphische Begünstigung resultiert zumeist aus einem Kalk- und Basenreichtum. Der pH-Wert der Oberböden liegt im zirkumneutralen Bereich, mit einer leichten Tendenz zum alkalischen. An den Standorten der Vegetationsaufnahmen in der Inneren Sjøvernbukta im Bockfjorden erhalten die Bestände zudem eine gewisse Kalkzufuhr über feinste Wasserrinnsale, die aus dem Bereich eines höherliegenden Marmorrückens entstammen. Die Substrate, die von der *Salix reticulata*-Gesellschaft eingenommen werden, trocknen früher und stärker aus als die von den *Salix polaris*-Gemeinschaften. Dadurch können sie sich stärker erwärmen, so daß sich aus der Kombination von Bodenwasser- und Einstrahlungsverhältnissen ein zusätzlicher positiver Effekt für die Phytozönose ergibt. Beinahe immer ist eine Büldenbildung festzustellen.

Aufgrund der floristischen Gemeinsamkeiten ist die *Salix reticulata*-Gesellschaft in Spitzbergen - wie schon in Skandinavien - dem **Salicetum polaris** zuzuordnen. Damit untersteht sie ebenso dem Verband **Saxifrago-Ranunculion nivalis** (Nordh. 1943) Dierßen 1984, der Ordnung **Salicetalia herbaceae** Br.-Bl. ap. Br.-Bl. & Jenny 1926 und der Klasse **Salicetea herbaceae** Br.-Bl., Emb. & Mol. 1947. Die *Salix reticulata*-Gesellschaft wurde an dieser Stelle dennoch besonders herausgestellt, da sie innerhalb der Schneebodengesellschaften eine gewisse Sonderstellung hat, weil sie am frühesten ausapert und am wenigsten weit verbreitet ist.

#### 6.5.6 **Cetrarietum delisei (Resvoll-Holmen 1920) Dahl 1956**

Im Vergleich zu den Beständen der unteren und mittleren alpinen Stufe der Skanden, wo die Assoziation in Geländedepressionen zwischen Zwergstrauchheidegesellschaften anzutreffen ist, ist sie in Svalbard floristisch sehr stark verarmt. Das **Cetrarietum delisei** (Tab. 46 und Tab. 47) nimmt auf flachen und schwach geneigten, postglazial gehobenen Meeresterrassen entlang ausgedehnter Küstenebenen (Vorlandsaum nach BÜDEL 1981) große Flächen ein (s. Abb. 36). Teilweise wird sie sogar zum landschaftsbestimmenden Element, wie vielfach entlang der Westküste zwischen Isfjorden und Kongsfjorden. Dort ist die Assoziation stets in leichten Tiefenlinien oder -zonen des Reliefs zu finden, z.B. in leichten Dellen, Mulden und Senken, zentralen Bereichen von periglaziären Ring- oder Polygonstrukturen ("low center") und Frostspalten.

Die Physiognomie der Assoziation wird von der Strauchflechte *Cetraria delisei* bestimmt, die in sehr großer Zahl wächst, aber nur äußerst selten Apothecien zeigt. Die Assoziation besitzt dabei einen zweischichtigen Aufbau, an dem *Cetraria delisei* und die Phanerogamen als obere Feldschicht sowie Moose und Lebermoose als Bodenschicht beteiligt sind. In der Übersicht erscheint die Feldschicht fleckenhaft aus *Cetraria delisei* und den Phanerogamen wie z.B. *Salix polaris*, *Saxifraga oppositifolia*, *Luzula arcuata ssp. confusa*, *Cerastium alpinum*, *Saxifraga cespitosa*, *Saxifraga cernua* und *Oxyria digyna* zusammengesetzt. Bei genauerer Betrachtung wird jedoch deutlich, daß die genannten Zwerg- bzw. Spaliersträucher mit ihren Sprossen einerseits die Flechtenstrukturen im Inneren durchziehen, andererseits sich zusätzlich auf die *Cetraria delisei*-Schicht auflagern, sie dabei aber nur knapp überragen, um nicht dem winterlichen Schneeschutz zu entgehen.

Das **Cetrarietum delisei** besiedelt auf nahezu ebenen Oberflächen überwiegend grobkörnige, sandig-kiesige Substrate mit einem geringen Feinmaterialanteil. Es zeigen sich deutliche Spuren einer periglaziären Morphodynamik, wie bereits mit den Steinring- oder Polygonstrukturen angedeutet wurde. Daneben finden sich in anderen Bereichen stets Anzeichen von Solifluktion oder Kryoturbation. Die Bodentypen umfassen Lockersyroeme, Regosole oder gering entwickelte Gleye ("Tundragleye") mit einem geringmächtigen Auflagehumus, der stark mit mineralischen Kompo-

zenten durchsetzt ist. Die pH-Werte des Oberbodens schwanken in einem großen Bereich von schwach alkalisch (z.B. die aufgenommenen Bestände im Kongsfjorden) bis mittel sauer (Eidembukta). Einen Verbreitungsschwerpunkt bilden dabei die Bodenreaktionen im sauren Bereich. Die üppigsten Bestände finden sich demgegenüber allerdings auf schwach alkalischen Substraten (vgl. ELVEBAKK 1979).

Durch den wasserstauenden Permafrost sind die Standorte des **Cetrarietum delisei** im Frühsommer während der Schneeschmelze periodisch von Wasser bedeckt. Sobald aber die Permafrosttafel absinkt, trocknen die Standorte durch das wasserzügige, grobkörnige Substrat sehr schnell und sehr stark ab, bis sie im durchwurzeltten oberen Bereich der Bodenprofile "knochentrocken" sind; wesentlich trockener als die Standorte der Zwergstrauchheiden. Diese starke Wechselfeuchte ist ein wichtiger Faktor für die Assoziation wie auch für die periglaziären Prozesse im Bereich ihrer Wuchsorte. Darüber hinaus beschreibt DAHL (1956) aus dem skandinavischen Fjell sehr anschaulich wie sich in den eingesenkten Wuchsbereichen der Assoziation im Herbst Wasser sammelt und durchfriert, ehe eine winterliche Schneedecke zur Ablagerung kommt. Die Bildung solcher Eiskrusten ist auch in der Arktis durch eine zum Herbst wieder ansteigende Permafrosttafel gegeben.

Staubnässe im Frühjahr, rasche Austrocknung während der Vegetationsperiode, Eiskrustenbildung zum Herbst und die periglaziären Prozesse entwickeln sich für die Phanerogamen zu einem derart starken Streßfaktorenkomplex, daß sie sich gegenüber der beherrschenden Flechte *Cetraria delisei* nicht durchzusetzen vermögen und maximal co-dominant werden.

Die Phytomasse der Assoziation schwankt auf einem höheren Niveau in weiten Grenzen. An den untersuchten und hier auch pflanzensoziologisch wiedergegebenen Beständen an der Eidembukta liegt der durchschnittliche Bestandsvorrat der "reinen", typischen *Cetraria delisei*-Bestände bei 816 g m<sup>-2</sup>. In den Ausbildungen von *Salix polaris* steigt der Bestandsvorrat dagegen auf 1453 g m<sup>-2</sup> im Mittel an. Dieser Wert stimmt in der Größenordnung mit dem Wert für die oberirdische Phytomasse von 1314 g m<sup>-2</sup> von LUND (1979) von der Brøggerhalvøya gut überein. Bezeichnenderweise tragen die Flechten und Moose an der Eidembukta zu rund 85 - 95 % zur oberirdischen Phytomasse der Assoziation bei. Bereits RØNNING (1996) weist darauf hin, daß die Schwankungen in der Phytomasse vor allem durch Verluste infolge einer Beweidung durch Rentiere bedingt sind und hierbei insbesondere durch den Anteil abgeweideter Flechten. Dies kann über die Bestände an der Eidembukta insofern bestätigt werden, als daß der Flechtenanteil an der oberirdischen Phytomasse in einem konkreten Fall von durchschnittlich 42 % auf 12 % verringert ist.

Der Beweidungseinfluß durch Rentiere auf die Assoziation läßt BRATTBÄKK, FRISVOLL & SENDSTAD (1976) genauso wie ELVEBAKK (1979), LUND (1979) und BARKMAN (1987) zu dem Schluß kommen, daß die Assoziation in Svalbard nur dort anzutreffen ist, wo eine nur geringe Rentierdichte vorhanden ist oder Rentiere ganz fehlen. Dies ist letztlich nicht nur durch das Abweiden der Bestände begründet, sondern auch durch den destruktiven Einfluß der Trittbelastung. Denn gerade im Sommer, wenn die Bestände der Assoziation stark ausgetrocknet sind, führt jeder Tritt auf die dann spröde Flechtenschicht zur Zersplitterung der graziellen Flechtenkörper, was von einem zermalmenden Knirschen begleitet wird. Durch Fraß- und Trittbelastung bricht die Flechtenschicht auf und wird zunehmend lückiger. Damit bietet sie dem Wind eine größere Angriffsfläche, so daß der Abbau der Bestände über den Wind fortschreiten kann.

In den Vegetationsaufnahmen der Assoziation sind die folgenden Sippen konstant: *Cetraria delisei*, *Salix polaris*, *Saxifraga oppositifolia*, *S. cernua*, *S. cespitosa*, *S. nivalis*, *Luzula arcuata ssp. confusa*, *Cerastium alpinum*, *Drepanocladus uncinatus* und *Stereocaulon alpinum & spec.* Aufgrund unterschiedlicher Dominanzen und mittels mehrerer Präferenzarten lassen sich anhand der eigenen

Aufnahmen zwei Ausbildungen unterscheiden: Eine **Typische Ausbildung**, bei der neben *Cetraria delisei* keine weitere Art dominant oder co-dominant ist und bei der von den Phanerogamensippen keine höheren Deckungsgrade als 2 erreicht werden (s. Tab. 46), und eine **Ausbildung von *Salix polaris***, in der die bezeichnende Art stets co-dominant ist (s. Tab. 47).

Die beiden Ausbildungen unterscheiden sich standortökologisch und physiognomisch voneinander: Physiognomisch, da *Salix polaris* in der nach ihr benannten Ausbildung stets zahlreiche kleine Flecken in der Flechtenschicht von *Cetraria delisei* einnimmt und standortökologisch, da die Flächen der **Typischen Ausbildung** während der Schneeschmelze im Frühsommer stärker und länger von Oberflächenwasser beeinflusst werden. Hierdurch bleiben sie auch etwas länger feucht. Der größere Schmelzwassereinfluß bedeutet hingegen nicht unbedingt, daß die Standorte auch eine mächtigere Schneebedeckung im Winter besitzen, da die Wasserzufuhr auch aus höherliegenden Reliefpartien erfolgt.

Die Präferenzarten der beiden Ausbildungen ergeben sich aus der folgenden Auflistung:

	Typische Ausbildung	Ausbildung von <i>Salix polaris</i>
<b>Konst. Präferenzarten</b>		<i>Pedicularis hirsuta</i> , <i>Ptilidium ciliare</i>
<b>Häufige Präferenzarten</b>	<i>Poa alpina</i> (=schwach konstant)	<i>Bistorta vivipara</i> , <i>Dicranum angustum</i>
<b>Verbreitete Präferenzarten</b>		<i>Equisetum scirpoides</i> , <i>Draba corymbosa</i> , <i>Distichium capillaceum</i> , <i>Hypnum revolutum</i> , <i>Tortella fragilis</i> , <i>Racomitrium canescens</i>
<b>Mehrmalige Präferenzarten</b>	<i>Phippsia algida</i> , <i>Cerastium regelii</i>	<i>Draba lactea</i> , <i>Stellaria longipes</i> , <i>Saxifraga hirculus</i> , <i>Polytrichum alpinum</i> , <i>Tomenthypnum nitens</i> , <i>Dicranum scoparium</i> , <i>Oncophorus wahlenbergii</i>

Die beiden Ausbildungen lassen sich weiterhin in jeweils zwei Varianten untergliedern: Jeweils eine **Typische Variante** und eine **Variante von *Stereocaulon alpinum***. In den **Varianten von *Stereocaulon alpinum*** überlagert die bezeichnende Flechte die Bestände in größeren Flecken, so daß sie sich durch eine weißlich-hellgraue Färbung bereits von weitem erkennen lassen. Die Überlagerung mit *Stereocaulon* ist nur in ozeanisch geprägten Gebieten zu finden, wo eine hohe Luftfeuchtigkeit durch häufige Nebel oder dichte Wolken vorhanden ist. *Stereocaulon*-Arten unterliegen zwar auch dem Beweidungsdruck durch Rentiere, werden aber gegenüber vielen anderen Flechtenarten bei intensiver Beweidung indirekt gefördert, da nicht die gesamte Pflanze gefressen wird und der Thallus sich relativ schnell zu erneuern vermag (vgl. MÖLLER, THANNHEISER & WÜTHRICH 1998).

Vergleicht man die hier vorgestellten Untereinheiten des **Cetrarietum delisei** mit weiteren Darstellungen *Cetraria delisei*-dominierter Gesellschaften in Svalbard, so kristallisieren sich je nach Dominanz der begleitenden Arten vier Schwerpunkte heraus, aus denen sich folgende Untereinheiten ableiten lassen:

- **Typische Ausbildung**; siehe MATTICK (1949, als "Cetraria delisei-Gesellschaft"), BROSSARD ET AL. (1984, als "Cetraria delisei-type", Brøggerhalvøya), DUBIEL & OLECH (1990, als "Cetraria delisei community", NW-Sørkapp Land), MÖLLER, THANNHEISER & WÜTHRICH (1998, als "Cetraria delisei-Gesellschaft", Eidembukta) und zum Teil GUGNACKA-FIEDOR & NORYSKIEWICZ (1982, in der "Lichen tundra", Kaffiøyra).
- **Luzula arcuata ssp. confusa-Cetraria delisei-Ausbildung**; siehe LUND (1979, als "Lavrik Luzula-mark", Brøggerhalvøya und Adventdalen), SUMMERHAYES & ELTON (1923, als "Luzula-

Cetraria community", Prins Karls Forland), und zum Teil POLUNIN (1945, Blomstrandhalvøya/Kongsfj.), EUROLA (1968, in der "Cetraria-Variante der trockenen Moosheide") und VIRTANEN & EUROLA (1997, in der "Luzula confusa-Gymnomitrium corallioides community").

- **Saxifraga oppositifolia-Cetraria delisei-Ausbildung**; siehe GJESSING & ØVSTEDAL (1976, als "Polar barren desert", Brøggerhalvøya), ELVEBAKK (1979 und 1985, als "Saxifraga oppositifolia-Cetraria delisei tundra", Brøggerhalvøya), BRATTBAKK (1979 und 1985h, als "Rødslidre lavhei/Saxifraga oppositifolia-Cetraria delisei-samfunn", Brøggerhalvøya), HERMANSEN (1979, als "Saxifraga oppositifolia-Cetraria delisei-samfunn", Bolterdalen), BRANDSHAUG (1982, Lågnesflya) und NIMIS (1985).
- **Salix polaris-Cetraria delisei-Ausbildung**; siehe SUMMERHAYES & ELTON (1928, Reinsdyrflya), HADAČ (1989, als "Salix polaris-Cetraria delisei community", Barentsburg, Russekeila und Vassdalen), DAHLE (1983, als "Lavhei", Reinsdyrflya), MÖLLER, THANNHEISER & WÜTHRICH (1998, als "Cetraria delisei-Salix polaris-Gesellschaft", Eidembukta) und zum Teil LID (1967, im "Salix polaris-synedrium", Bohemanneset), DUBIEL & OLECH (1990, in der "Cetraria delisei community", NW-Sørkapp Land) und KOBAYASHI, KASHIWIDANI & DEGUCHI (1990, im "Saxifragetum caespitosae, Subassoziation mit *Oncophorus wahlenbergii*", Bohemanflya).

In der Fassung der Assoziation von DAHL (1956) sind daneben zwei weitere Untereinheiten vorhanden, aber keine typische. Anhand von Vegetationsaufnahmen aus dem norwegischen Rondane unterscheidet DAHL (a.a.O.) die Subassoziationen

- **Cetrarietum delisei loiseleurietosum** mit *Loiseleuria procumbens* als bezeichnender Art und
- **Cetrarietum delisei caricetosum** mit *Carex brunnescens* als bezeichnender Art.

Da die oben angeführten Ausbildungen aus Svalbard sich standortökologisch nicht von letzteren unterscheiden und der floristisch-soziologische Kern dieser Pflanzengemeinschaften auf der von *Cetraria delisei*-dominierten Flechtenschicht liegt, ist es gerechtfertigt, alle Ausbildungen der Assoziation **Cetrarietum delisei** anzuschließen. Darüber hinaus sind alle o.g. Ausbildungen derart gut umschrieben, daß sie als gut charakterisierte und differenzierte Subassoziationen aufgefaßt werden können. Die zugehörigen Bezeichnungen sind:

- **Cetrarietum delisei typicum**,
- **Cetrarietum delisei luzuletosum arcuatae**,
- **Cetrarietum delisei saxifragetosum oppositifoliae**,
- **Cetrarietum delisei salicetosum polaris**.

Das **Cetrarietum delisei typicum** und das **Cetrarietum delisei salicetosum polaris** sind hier als neue Subassoziationen (subass. nov.) belegt (s. Tab. 46 und Tab. 47). Die zugehörigen nomenklatorischen Typusaufnahmen sind die Aufnahme 650 in Tab. 46 bzw. die Aufnahme 628 in Tab. 47. Im Falle des **Cetrarietum delisei salicetosum polaris** ist anzumerken, daß das **Luzulo confusae-Salicetum polaris** HADAČ 1989 als synonym angesehen, aber zugleich der eigenständige Assoziationsrang nicht anerkannt wird bzw. die Ausweisung einer neuen Assoziation nicht notwendig ist.

RØNNING (1996) bemerkt, daß die vorgeschlagene Subassoziation **Cetrarietum delisei saxifragetosum oppositifoliae** bzw. die von ihm genannte "Saxifraga oppositifolia-Cetraria delisei community" eine typisch arktische Gesellschaft ist, die nicht aus den alpinen Regionen Skandinaviens bekannt ist. Dennoch sollte auch hierfür keine eigenständige Assoziation ausgegliedert werden, da - wie bereits erwähnt - der Kern der Phytozönose auf der *Cetraria delisei*-dominierten Flechtenschicht liegt.

Die Assoziation wird in dieser Arbeit, wie durch DAHL (1956) vorgegeben, vorerst dem Verband **Nardo-Caricion bigelowii** Nordh. 1936 (1943) unterstellt. Mit DIERSSEN (1992 und 1996) sind die weiteren höheren Einheiten die Ordnung **Nardetalia strictae** Oberd. 1949 und die Klasse **Nardo-Callunetea** Prsg. 1949.

Bei DAHL (a.a.O.) sind die höheren Einheiten dagegen die Ordnung **Deschampsio-Myrtilletalia** Dahl 1956 und die Klasse **Vaccinio-Piceetea** Br.-Bl., Siss. & Vlg. 1939. In der genannten Ordnung vereint der Autor alle chionophilen, oligotrophen und saisonal nassen Rasen- und Zwergstrauchgesellschaften der alpinen Stufe Skandinaviens.

**Tab. 46: Cetrarietum delisei typicum subass. nov.**

1a: Typische Variante,

1b: Variante von Stereocaulon alpinum.

Nummer der Gesellschaft	1a										1b				
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Laufende Nummer	786	897	832	880	726	648	651	650	649	652	654	665	659	644	653
Interne Nummer	2	2	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Fläche (m <sup>2</sup> )	90	75	70	80	80	90	95	80	70	95	70	85	90	90	75
Deckung (%)	15	16	18	14	12	13	16	17	20	22	14	14	18	22	24
Artenzahl															
Saxifraga oppositifolia	2	1	+	+	2	2	+	+	2	.	1	1	.	2	2
Salix polaris	2	2	2	2	2	.	+	+	+	+	.	+	+	1	+
Saxifraga cespitosa	+	+	+	.	+	.	+	+	+	1	+	+	+	1	+
Luzula arcuata ssp. confusa	+	+	1	1	+	2	1	1	1	1	.	.	1	1	.
Saxifraga cernua	.	.	.	+	+	+	1	+	+	+	+	+	1	1	+
Poa alpina var. alpina	.	.	.	.	.	+	1	2	1	1	1	2	1	1	1
Saxifraga nivalis	.	.	.	.	.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Cerastium alpinum	.	.	.	.	.	+	+	+	+	1	+	1	1	1	+
Oxyria digyna	.	.	+	.	.	+	+	.	.	+	+	+	1	1	1
Cochlearia groenlandica	.	.	.	.	.	+	1	+	+	1	.	.	+	.	+
Phippsia algida	.	.	.	.	.	.	+	+	.	+	+	.	.	.	+
Pedicularis hirsuta	+	+	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Cerastium regelii	.	.	.	.	.	.	+	1	.	+	.	+	.	.	.
Draba subcapitata	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	+	+	+
Saxifraga foliolosa	.	.	.	+	.	.	.	.	+	.	.	.	.	+	.
Sagina nivalis	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	+	.	+
Equisetum variegatum	1	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Luzula arctica	.	.	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Cardamine bellidifolia	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.
Carex fuliginosa ssp. misandra	.	.	.	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Draba pauciflora	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	+	.
Cetraria delisei	5	4	4	4	4	5	5	5	4	5	4	4	4	4	4
Stereocaulon alpinum/botryosum	.	1	+	.	+	+	.	1	+	1	3	3	3	3	3
Drepanocladus uncinatus	1	2	2	2	1	3	3	3	3	3	2	2	2	2	2
Krustenflechten	1	1	1	2	1	.	.	1	.	.	2	.	.	1	2
Bryum spec.	.	+	+	.	.	.	.	.	+	+	+	+	.	1	+
Polytrichum juniperinum	.	.	.	.	.	.	.	1	+	1	1	1	+	+	1
Cetraria islandica	.	.	.	.	.	+	.	1	1	1	.	.	+	1	+
Ptilidium ciliare	+	+	+	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	3	.
Ditrichum flexicaule	1	+	.	+	.	.	+	.	.	+	.	.	.	.	.
Orthothecium chryseon	+	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Oncophorus virens	+	1	.	.	2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Campylium stellatum	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+
Cladonia spec.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	+
Pogonatum urnigerum	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	.	.	.	.	.
Pohlia elongata	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	.	.	.	.	.
Distichium capillaceum	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	+
Dicranum angustum/spadiceum	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2	.

Einmalige Vorkommen mit geringer Deckung (+): 786: Mnium hymenophyllum, 832: Saxifraga tenuis, Pohlia cruda, Tomenthypnum nitens, 880: Aulacomnium palustre, 651: Minuartia rubella, 649: Deschampsia alpina, 659: Equisetum scirpoides, 653: Ranunculus pygmaeus, Barbilophozia kunzeana.

Lokaltäten: 786: Stuphallet (Kongsfj.); 832 u. 897: Ny Ålesund (Kongsfj.); 880: Gåsebu (Kongsfj.); 726: E-Blomstrandhalvøya (Kongsfj.); 644, 648-654, 659 u. 665: Eidembukta (Forlandsund.).

Tab. 47: *Cetrarietum delisei salicetosum polaris* subass. nov.1a: Variante von *Stereocaulon alpinum*

1b: Typische Variante

Nummer d. Gesellschaft	1a										1b											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
Laufende Nummer	606	619	657	656	655	658	602	618	620	643	622	623	627	621	640	641	638	639	636	629	628	637
Interne Nummer	4	4	4	4	4	4	2	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Fläche (m²)	85	95	95	95	95	95	80	90	85	85	95	75	95	95	80	90	80	90	75	85	80	75
Deckung (%)	20	22	21	24	23	25	25	26	24	30	19	24	26	23	23	26	25	24	27	26	26	30
Artenzahl	3	4	3	3	3	3	3	4	3	3	3	3	3	4	3	4	3	3	3	3	3	3
<i>Salix polaris</i>	3	3	1	1	1	1	2	2	3	3	2	2	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2
<i>Saxifraga oppositifolia</i>	1	1	1	1	1	1	2	2	2	1	2	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Luzula * confusa</i>	1	1	1	1	1	1	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Cerastium alpinum</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Pedicularis hirsuta</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Saxifraga nivalis</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Saxifraga cernua</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	1	1	1	+	+	+	+	1	+	1	+	+	+
<i>Saxifraga cespitosa</i>	.	.	.	.	+	+	+	+	+	1	1	1	1	+	+	1	+	1	+	1	+	1
<i>Oxyria digyna</i>	1	1	.	1	+	+	1	1	.	.	.	.	.	1	+	.	1	1	1	1	2	2
<i>Bistorta vivipara</i>	1	1	+	.	.	.	1	.	.	+	+	+	1	+	.	.	.	1	1	1	1	1
<i>Equisetum scirpoides</i>	.	.	.	.	+	+	.	.	.	+	.	.	.	+	+	+	+	+	1	.	+	.
<i>Draba corymbosa</i>	.	.	+	+	.	.	+	.	.	.	.	.	.	+	+	+	+	.	.	+	+	+
<i>Saxifraga foliolosa</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	+	.	+	+	+	+	+	.	+
<i>Draba lactea</i>	+	+	+	.	.	+	.	+	.	+	.	.	.	.	.	+	+	.	.	.	.	.
<i>Cochlearia groenlandica</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	.	.	.	+	+	+	.	.	.	+
<i>Stellaria longipes</i>	+	.	.	.	.	.	.	+	.	+	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	+	+
<i>Saxifraga hirculus</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+
<i>Draba subcapitata</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	.	.	.	+	.	.	.	.	+	+	.	.
<i>Luzula arctica</i>	.	.	.	.	.	.	+	+	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Juncus biglumis</i>	.	.	.	+	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.
<i>Carex rupestris</i>	+	+	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Equisetum arvense</i> ssp. b.1	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+
<i>Draba oxycarpa</i>	.	.	.	+	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Papaver dahlianum</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Cetraria delisei</i>	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	4	4	4	3	4	4	4	3	4	3	3
<i>Stereocaulon alpinum</i> 2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	1	2	1	2	2	2	1	2	+	1	1	1
<i>Drepanocladus uncinatus</i>	3	2	2	2	3	2	2	2	2	2	2	2	3	2	3	3	3	3	3	2	2	3
<i>Ptilidium ciliare</i>	.	2	2	2	2	.	.	+	2	1	3	3	2	2	3	3	2	3	2	1	1	2
<i>Cetraria islandica</i>	1	2	+	1	1	2	+	2	+	2	.	.	1	2	1	1	1	1	1	+	1	1
<i>Dicranum angustum</i> 3	.	.	1	1	1	3	.	3	.	.	1	1	2	.	2	.	1	.	1	2	2	1
<i>Polytrichum juniperinum</i>	1	1	+	1	+	+	+	.	.	.	.	.	.	.	1	1	1	+	.	1	1	1
<i>Tortella fragilis</i>	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	2	3	2	1	2	2	2	2	1	2	1	2
<i>Bryum spec.</i>	1	1	.	.	+	.	.	1	1	1	.	+	+	.	1	+	+	+	.	.	1	.
Krustenflechten	.	.	.	1	1	+	.	.	1	2	.	.	.	.	2	2	2	1	2	1	2	2
<i>Ditrichum flexicaule</i>	.	.	.	.	.	+	+	+	+	+	.	+	+	.	.	.	.	.	+	1	1	.
<i>Racomitrium canescens</i>	+	1	+	+	+	+	+	1	1	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Distichium capillaceum</i>	.	+	.	.	.	.	+	+	+	+	.	+	.	.	.	.	.	.	+	+	.	+
<i>Hypnum revolutum</i>	.	.	1	1	1	.	2	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	1	1	.	1
<i>Oncophorus wahlenbergii</i>	2	+	1	2	2	2	.	.	1	2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Campyllum stellatum</i>	.	.	.	+	+	.	.	.	2	1	.	+	+	.	.	+	.	.	.	.	.	.
<i>Dicranum scoparium</i>	.	2	.	.	.	1	2	.	1	1	.	.	1	2	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Polytrichum alpinum</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	+	+	.	.	.	.	+	.	.	.
<i>Tomenthypnum nitens</i>	.	.	.	.	1	.	1	+	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	1	.
<i>Dicranum muehlenbeckii</i>	.	.	2	2	2	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Hypnum bambergii</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	1	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Pleurozium schreberi</i>	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Cetraria nivalis</i>	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.
<i>Cladonia mitis</i>	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.
<i>Cirriphyllum cirrosum</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	+
<i>Hylocomium splendens</i>	.	.	.	.	.	1	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.

Einmalige Vorkommen: 623: *Draba pauciflora* (+); 640: *Saxifraga hyperborea*; 641: *Scorpidium scorpioides* (+); 629: *Cladonia cornuta* (+); 637: *Cerastium regelii*, *Minuartia rubella*; 619: *Silene acaulis* (+); 643: *Cardamine bellidifolia* (+).

Anmerkungen: \* = *L. arcuata* ssp. *confusa*, 1 = *E. arvense* ssp. *boreale*, 2 = *S. alpinum/botryosum*, 3 = *D. angustum/spadiceum*.

Lokalitäten: Eidembukta (Forlandsund.).



### 6.5.7 Zusammenfassung Schneebodenvegetation

Die Gesellschaften der Schneebodenvegetation zählen in Nordwestspitzbergen wie im übrigen Svalbard zu den flächenmäßig bedeutendsten Pflanzengemeinschaften, obwohl sie hier nur mit sechs grundlegenden Einheiten angeführt werden. Es darf allerdings nicht außer acht gelassen werden, daß in dieser Arbeit nur moderate und späte Schneebodengesellschaften betrachtet werden, da für extreme (extrem spät apere) Bryophyten-dominierte Phytozönosen zu wenig eigene Vegetationsaufnahmen zur Verfügung stehen. Extreme Schneebodengesellschaften bedürfen unbedingt weiterer pflanzensoziologischer Bearbeitung in Svalbard.

Mit der großen flächenmäßigen Bedeutung der Schneebodenvegetation stehen die Vegetationsverhältnisse in Spitzbergen in einem deutlichen Gegensatz zu vielen anderen Gebieten der Arktis, die eine wesentlich größere Gesamtfläche einnehmen, so z.B. die gesamte kanadische Westarktis, Bereiche des nördlichen Alaskas und weite Teile Sibiriens.

Zur Begründung dieser Verhältnisse können die grundlegenden abiotischen Faktoren Relief und Klima herangezogen werden. Denn das in weiten Teilen alpine Relief Spitzbergens und auch die gemäßigeren, gerundeten Elemente des Großformenschatzes bieten durch ausgeprägte Geländeunterschiede sehr günstige Voraussetzungen für die Bildung einer Schneebodenvegetation, die sich aufgrund der Jahr für Jahr gleichen Schneeverteilungsmuster einstellt<sup>35</sup>.

Dies ist in den genannten Bereichen der übrigen Arktis nicht der Fall, da dort flachwellige, kurzkuppige Reliefformen wesentlich geringere Reliefunterschiede ausbilden, weshalb die Schneeverteilung nicht so großen Unterschieden (zwischen viel Schnee und wenig Schnee) unterliegt. Die Unterschiede existieren zwar auch, sind aber geringer. Genauso grundlegend wie das Relief beeinflussen die klimatischen Verhältnisse - und hierbei natürlich die Niederschlagsverhältnisse, welche ja erst für Schnee sorgen - die Ausbildung der Schneebodenvegetation. Vergleicht man in diesem Zusammenhang nocheinmal die Tabellen der ausgewählten klimatischen Parameter (s. Kap. 5.3), fallen sofort die relativ hohen Niederschlagswerte für die Stationen Spitzbergens auf. In Spitzbergen existiert also verhältnismäßig viel Schnee als Grundlage für die Ausbildung der Schneebodenvegetation.

Mit Ausnahme des **Cetrarietum delisei** unterstehen alle Pflanzengemeinschaften der Schneebodenvegetation dem Verband **Saxifrago-Ranunculion nivalis** (Nordh. 1943) Dierßen 1984. Da das **Cetrarietum delisei** sehr große Affinitäten zu diesem Verband besitzt und die Zuordnung der Assoziation in die höheren pflanzensoziologischen Einheiten einer Überprüfung bedarf (s. Diskussion in Kap. 6.5.6), ist eine Betrachtung der charakterisierenden und differenzierenden Pflanzensippen der einzelnen Pflanzengemeinschaften sehr interessant. Denn dadurch können die floristischen Unterschiede nocheinmal sehr anschaulich herausgestellt werden. Zu diesem Zweck wurde einerseits eine übersichtliche Stetigkeitstabelle für die Gesellschaften erstellt (Tab. A4 im Anhang) und andererseits die konstanten Arten und die Präferenzarten aus dieser Tabelle herausgezogen und vergleichend gegenübergestellt (s. Tab. 48).

---

<sup>35</sup> Bezüglich des Ablagerungsverhaltens von Schnee spricht GJÆREVOLL (1956: 16) von einer "konservativen Verteilung", also einem immer wiederkehrenden Verteilungsmuster bei gegebenem Relief.

**Tab. 48: Konstante Arten und Präferenzarten der Gesellschaften der Schneebodenvegetation.**

1. *Phippsia algida*-*Ranunculus pygmaeus*-Gesellschaft
2. *Phippsietum algidae-concinnae*
3. *Cerastio regelii*-*Poetum alpinae*
4. *Salicetum polaris*
5. *Salix reticulata*-Gesellschaft
6. *Cetrarietum delisei*

	1	2	3	4	5	6
<i>Distichium capillaceum</i>	K	K	K	.	K	.
<i>Drepanocladus uncinatus</i>	K	.	K	.	.	K
<i>Saxifraga cernua</i>	.	K	K	.	.	K
<i>Phippsia algida</i>	K	K	.	.	.	.
<i>Polytrichum alpinum</i>	K	.	K	.	.	.
<i>Poa alpina</i>	.	K	K	.	.	.
<i>Oxyria digyna</i>	.	sk	K	.	.	.
<i>Bryum spec.</i>	.	.	sk	.	K	.
<i>Salix polaris</i>	.	.	.	K	.	K
<i>Saxifraga oppositifolia</i>	.	.	.	K	.	K
<i>Luzula arcuata</i> ssp. <i>confusa</i>	.	.	.	K	.	K
<i>Ranunculus pygmaeus</i>	KP	.	.	.	.	.
<i>Ochrolechia frigida</i>	vP	.	.	.	.	.
<i>Cerastium regelii</i>	.	sk	.	.	.	.
<i>Campylium stellatum</i>	.	sk	.	.	.	.
<i>Bryum cryophilum</i>	.	vP	.	.	.	.
<i>Calliergon turgescens</i>	.	.	hP	.	.	.
<i>Luzula arctica</i>	.	.	vP	.	.	.
<i>Minuartia biflora</i>	.	.	vP	.	.	.
<i>Sagina nivalis</i>	.	.	vP	.	.	.
<i>Blepharostoma trichophyllum</i>	.	.	mP	.	.	.
<i>Cephaloziella arctica</i>	.	.	mP	.	.	.
<i>Philonotis tomentella</i>	.	.	mP	.	.	.
<i>Carex fuliginosa</i> ssp. <i>misandra</i>	.	.	.	hP	.	.
<i>Juncus biglumis</i>	.	.	.	vP	.	.
<i>Stellaria longipes</i>	.	.	.	vP	.	.
<i>Bryum pseudotriquetrum</i>	.	.	.	mP	.	.
<i>Dicranum fuscescens</i>	.	.	.	mP	.	.
<i>Tortula ruralis</i>	.	.	.	mP	.	.
<i>Silene uralensis</i> ssp. <i>arctica</i>	.	.	.	mP	.	.
<i>Bistorta vivipara</i>	.	.	.	.	K	.
<i>Ditrichum flexicaule</i>	.	.	.	.	K	.
<i>Orthothecium chryseon</i>	.	.	.	.	K	.
<i>Tomenthypnum nitens</i>	.	.	.	.	K	.
<i>Salix reticulata</i>	.	.	.	.	KP	.
<i>Hypnum bambergeri</i>	.	.	.	.	hP	.
<i>Cassiope tetragona</i>	.	.	.	.	vP	.
<i>Carex parallela</i>	.	.	.	.	mP	.
<i>Cinclidium arcticum</i>	.	.	.	.	mP	.
<i>Equisetum arvense</i> ssp. <i>boreale</i>	.	.	.	.	mP	.
<i>Eutrema edwardsii</i>	.	.	.	.	mP	.
<i>Cetraria delisei</i>	.	.	.	.	.	K
<i>Cerastium alpinum</i> & <i>arcticum</i>	.	.	.	.	.	K
<i>Saxifraga cespitosa</i>	.	.	.	.	.	K
<i>Saxifraga nivalis</i>	.	.	.	.	.	K
<i>Stereocaulon alpinum</i> & <i>spec.</i>	.	.	.	.	.	K
<i>Cetraria islandica</i>	.	.	.	.	.	hP
<i>Polytrichum juniperinum</i>	.	.	.	.	.	hP
<i>Ptilidium ciliare</i>	.	.	.	.	.	hP
<i>Tortella fragilis</i>	.	.	.	.	.	vP
<i>Saxifraga foliolosa</i>	.	.	.	.	.	vP

K = Konstante Art (Stetigkeit V), sk = schwach konstant (Stetigk. IV: 70 - 80 %), P = Präferenzart: h = häufig (Stetigk. IV: 60 - 70 %), v = verbreitet (III), m = mehrmalig (II).

Die verschiedenen Pflanzengesellschaften sind durch mehrere konstante Arten gut charakterisiert und zugleich über mehrere Präferenzarten gut voneinander zu trennen. Lediglich die *Phippsia algida*-*Ranunculus pygmaeus*-Gesellschaft und das **Phippsietum algidae-concinnae** setzen sich nicht so gut von den anderen Pflanzengemeinschaften ab. Dies ändert sich ein wenig, wenn im Rahmen dieser Betrachtung beide Phytozönosen zusammengezogen werden, was legitim ist, da die *Phippsia algida*-*Ranunculus pygmaeus*-Gesellschaft ja als Subassoziation des **Phippsietum algidae-concinnae** aufgefaßt wird (s. Kap. 6.5.1). Denn dann erhält der Verbund beider Phytozönosen mit der konstanten *Phippsia algida* nämlich eine sehr gute Präferenzart gegenüber den anderen Pflanzengemeinschaften.

Die Auflistung der konstanten Arten und der Präferenzarten gewinnt ein zusätzliches Interesse durch die unterschiedlichen Grade der Ausaperung der Phytozönosen. Wie im Text zum Kap. 6.5 sind die Phytozönosen in der Tab. 48 mit einer Ausnahme nach abnehmender Länge der Schneebedeckungszeit angeordnet. Die Ausnahme bildet das **Cetrarietum delisei**, welches bezüglich der Ausaperung ungefähr mit dem **Salicetum polaris** gleichzusetzen ist. Über die Tab. 48 lassen sich nunmehr die Schwerpunkte der Arten bezüglich ihrer Schneebedeckungsdauer ablesen.

Die Auflistung der konstanten Arten und der Präferenzarten bietet darüber hinaus einen guten Anhaltspunkt zur floristischen Bestimmung und Trennung von moderaten und späten Schneebodengesellschaften. Zu den späten sind die *Phippsia algida*-*Ranunculus pygmaeus*-Gesellschaft, das **Phippsietum algidae-concinnae** und das **Cerastio regelii**-*Poetum alpinae* zu zählen, während das **Salicetum polaris**, die *Salix reticulata*-Gesellschaft und das **Cetrarietum delisei** zu den moderaten Schneebodengesellschaften gehören. In einem idealisierten Blockprofil wird die Anordnung der Schneebodengesellschaften noch einmal verdeutlicht (s. Abb. 37).

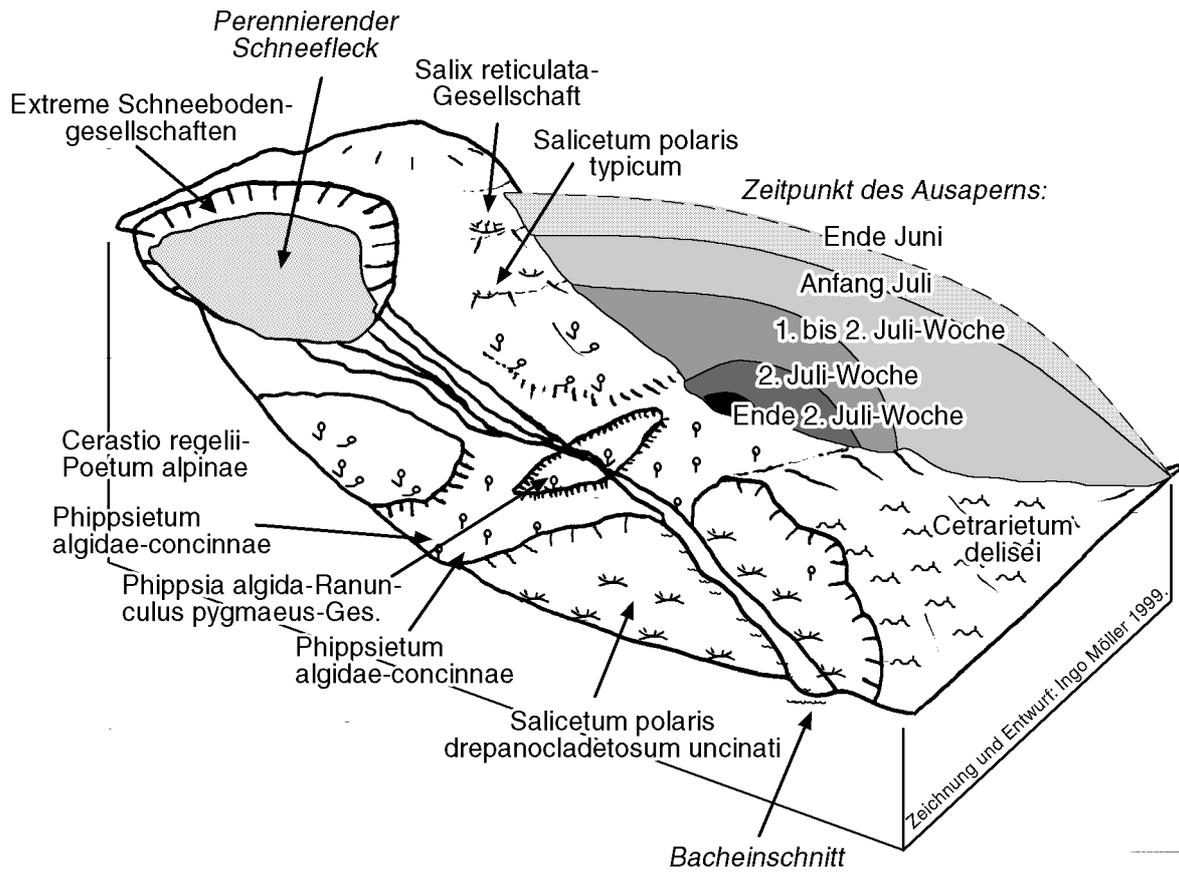


Abb. 37: Idealisiertes Blockprofil zur Anordnung der Gesellschaften der Schneebodenvegetation.

## 6.6 Zwergstrauchheiden

Die Vegetationsdecke der Zwergstrauchheiden vermittelt häufig einen sehr homogenen Eindruck. Dennoch treten vielfältige und kleinräumige Differenzierungen in der Zusammensetzung und Dominanzstruktur der Arten auf. Die Gesellschaften der Zwergstrauchheiden lassen sich in drei große Gruppen gliedern: *Dryas octopetala*-Heiden, *Cassiope tetragona*-Heiden und *Empetrum nigrum ssp. hermaphroditum*-Heiden.<sup>36</sup> Ihre Physiognomie wird von den jeweils bezeichnenden Zwergsträuchern bestimmt, während von den übrigen Sippen z.T. nur noch *Salix polaris* und einige *Carex*-Arten diesbezüglich von Bedeutung sind.

Die Gesellschaften der Zwergstrauchheiden finden sich in Svalbad lediglich in Tieflandslagen. Ihre obere Verbreitungsgrenze erreichen sie bei rund 200 - 250 m über dem Meer. Gut ausgebildete *Empetrum nigrum ssp. hermaphroditum*-Zwergstrauchheiden sind in Nordwestspitzbergen wie im übrigen Spitzbergen auf die Mittlere Arktische Tundrenzone und dabei insbesondere auf klimatische Gunsträume innerhalb der Inneren Arktischen Fjordzone beschränkt.<sup>37</sup> *Cassiope tetragona*-Gesellschaften sind dagegen in gut ausgebildeten Formen auch in der gesamten übrigen Mittleren Arktischen Tundrenzone vorhanden und verlieren erst im Übergang zur Nördlichen Arktischen Tundrenzone an Vitalität. In der Nördlichen Arktischen Tundrenzone können *Dryas octopetala*-Gesellschaften hingegen noch gut existieren. Sie fallen erst im Übergang zur Arktischen Polarwüstenzone aus und fehlen zudem an den Küsten beiderseits der Hinlopenstretet in Ostspitzbergen.

*Dryas*-reiche Pflanzengemeinschaften sind insgesamt zirkumpolar verbreitet. Ihre Verbreitung ist nicht nur auf die arktische Zone beschränkt, sondern erstreckt sich über die Gebirgsregionen der borealen Zone bis in die alpinen Stufen der nemoralen Zone. Einen umfassenden Überblick über *Dryas*-reiche Vegetationseinheiten geben THANNHEISER & GEESINK (1990). Darin werden auch regionale Aspekte durch die Auswertung vorhandener Literatur bearbeitet. Neben *Dryas octopetala s.l.* ist *Dryas integrifolia s.l.* am häufigsten am Aufbau *Dryas*-reicher Pflanzengesellschaften beteiligt: *Dryas octopetala s.l.* vorwiegend in Ostgrönland (Jameson Land), Island, dem nördlichen Großbritannien, in Skandinavien, den Pyrenäen, den Alpen und Karpaten, in der gesamten euro-asiatischen Arktis, einem Band vom Ochotskischen Meer über das Stanowoigebirge bis zum Baikalsee, in Alaska und den Rocky Mountains bis etwa 44° N; *Dryas integrifolia s.l.* dagegen in der gesamten amerikanischen Arktis und angrenzenden borealen Regionen sowie in West- und Ostgrönland.

Gegenüber den Gesellschaften der Schneebodenvegetation nehmen die Gesellschaften der Zwergstrauchheiden exponiertere Lagen im Relief ein. Sie schließen dabei in einem idealisierten Hangprofil oberhalb an die Schneebodenvegetation an und rücken bis in die höchsten Bereiche vor. Typische Standorte finden sich dementsprechend in den oberen Bereichen von Höhenrücken, an Kanten und auf größeren Flächen von Strandterrassen und auf hervorspringenden Steinen und Felsen.

Durch die exponiertere Lage weisen die Zwergstrauchheiden gegenüber der Schneebodenvegetation eine geringere winterliche Schneebedeckung auf, die in windgefehten Höhenbereichen sogar ganz fehlen kann. *Dryas octopetala*-Gesellschaften sind geradezu chionophob, während die *Cassiope tetragona*-reichen Bestände Spitzbergens chionotraphent bis chionophil sind. Die Zwergstrauchheiden

---

<sup>36</sup> Eine vierte Gruppe, die *Vaccinium uliginosum ssp. microphyllum*-Zwergstrauchheiden, wurde bereits in MÖLLER & THANNHEISER (1997) dargestellt und über eine Stetigkeitstabelle belegt. Die mit nur wenigen Vorkommen eng auf die Innere Arktische Fjordzone beschränkte Gesellschaft wird im folgenden jedoch nicht weiter berücksichtigt, um Wiederholungen zu vermeiden.

<sup>37</sup> Zu den Vegetationszonen Svalbards siehe Kap. 5.4.1.

sind durch die geringere Schneebedeckung im Frühsommer am ehesten aper. Sie besitzen somit einerseits die längste Photoperiode, in der Stoffwechselprozesse etc. ablaufen können. Andererseits sind sie - mit abnehmender Schneebedeckung - zugleich den tiefsten Temperaturen im Winter und der Gefahr der Frosttrocknis im Frühjahr ausgesetzt.

Die Bodenentwicklung ist unter den Zwergstrauchheidegesellschaften im allgemeinen am weitesten fortgeschritten. So wachsen z.B. von *Dryas*-dominierte Pflanzenbestände bevorzugt auf gut drainierten, schluffig-grobsandigen Regosol-Braunerden und (arktischen) Braunerden.

Gemäß ihrer Ausbreitung von der Inneren Arktischen Fjordzone bis zur Nördlichen Arktischen Tundrenzone sind die *Dryas*-Gesellschaften innerhalb der Zwergstrauchheiden flächenmäßig am weitesten verbreitet. Es folgen die *Cassiope*-Gesellschaften und schließlich die eng begrenzten *Empetrum*-Bestände, die meist nur wenige Quadratmeter große Flächen einnehmen.

Da die *Dryas octopetala*- und die *Cassiope tetragona*-Gesellschaften dem pflanzensoziologischen Verband **Caricion nardinae** Nordh. 1935 anzuschließen sind, ist dieser der bedeutendste Zwergstrauchverband Nordwestspitzbergens und des übrigen Spitzbergens. Das auch in alpinen Stufen Skandinaviens durchaus weiter verbreitete **Caricion nardinae** ist in synsystematischer Hinsicht stark mit dem zentraleuropäischen **Seslerion variae** Br.-Bl. 1926 verbunden.

Mit dem Verbandsnamen **Caricion nardinae** war in der Vergangenheit ein leichtes Durcheinander der Begriffe verbunden, was hier kurz erläutert werden sollen: Bereits 1876 wurde von BLYTT der Begriff der "Dryas-Formation" eingeführt und in den Folgejahren von einigen Autoren übernommen. Mit diesem Begriff war jedoch absolut noch keine Klarheit gewonnen, da darunter über *Dryas octopetala*-dominierte Bestände hinaus eine Vielzahl von Zwergstrauchgesellschaften zu verstehen waren. Entsprechend weitgefaßt sind die vergleichbaren Begriffe "Fjaeldmark" von WARMING (1888) und "La Lande" von RESVOLL-HOLMEN (1913).

NORDHAGEN führte daraufhin 1928 eine deutliche begriffliche Trennung von *Ericaceen*- und *Empetrum*-dominierten Zwergstrauchbeständen auf sauren Substraten und xerotraphenten *Dryas*-dominierten Zwergstrauchbeständen auf basischen Substraten ein. Für letztere beschrieb NORDHAGEN (1935) den klar abgegrenzten Verband **Caricion nardinae**. Bereits 1936 benannte NORDHAGEN diesen Verband aber in **Elynyon bellardii** um, da die zuvor namensgebende *Carex nardina* in Skandinavien nur unizentrisch im Norden verbreitet ist. Der Name **Elynyon bellardii** ist jedoch ebenfalls unglücklich wegen der taxonomischen Probleme, die sich aus der Umbenennung von *Elyna bellardii* in *Kobresia myosuroides* ergeben.

Für denselben Verband führte KALLIOLA (1939) darüber hinaus den Namen **Dryadion octopetalae** ein, womit zum Ausdruck gebracht werden sollte, daß *Dryas octopetala* die wichtigste, dominierende Art des Verbandes ist. DU RIETZ (1942) schleifte diesen Verbandsnamen schließlich auf das sprachlich bequemere Kürzel **Dryadion** ab. Durch die Arbeit von RØNNING (1965b) wurde der Name **Dryadion** für *Dryas*-dominierte Zwergstrauchbestände in Spitzbergen sehr populär und fand in vielen Publikationen verschiedener Autoren Verwendung, obwohl er als Verbandsname nicht gültig ist. Der gültige Name ist gemäß Artikel 29 des Codes der pflanzensoziologischen Nomenklatur<sup>38</sup> (BARKMAN, MORAVEC & RAUSCHERT 1986) ausschließlich **Caricion nardinae** Nordh. 1935. Alle anderen

---

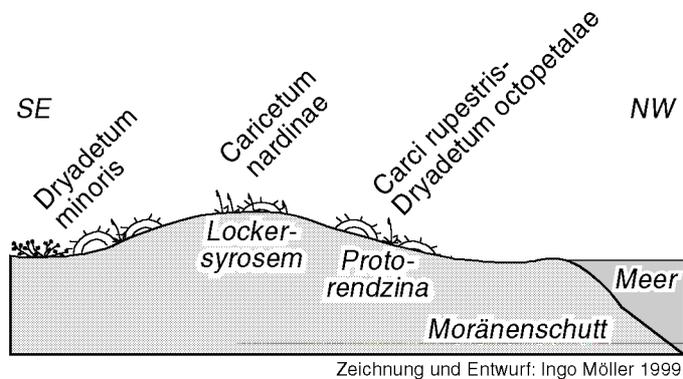
<sup>38</sup> Art. 29 des Codes der pflanzensoziologischen Nomenklatur: "Der Name eines Syntaxons darf nicht lediglich deshalb verworfen oder korrigiert werden, weil eine andere Pflanzensippe das betreffende Syntaxon besser kennzeichnet ...".

Bezeichnungen können lediglich als Synonyme angesehen werden, was genauso für das **Kobresio-Dryadion** Nordh. 1936 gilt.

### 6.6.1 **Caricetum nardinae** Nordhagen 1935

Innerhalb der *Dryas*-Gesellschaften nimmt das **Caricetum nardinae** (Tab. 49 in Anhang B) die wind-exponiertesten Lagen im Relief ein. Es ist in den höchsten Kuppenbereichen von Höhenrücken, an den Kanten von Strandwällen und an hervorspringenden Felsgraten zu finden (vgl. Abb. 38). Dabei hat es eine eng begrenzte Verbreitung und dehnt sich kaum über größere Flächen aus. Zumeist handelt es sich um insel- oder fleckenhafte Vorkommen, die räumlich eng mit dem **Carici rupestris-Dryadetum octopetalae** (s. Kap. 6.6.2) verzahnt sind.

*Carex nardina* und *Dryas octopetala* sind zusammen die physiognomisch wichtigsten Arten für den Gesellschaftsaufbau des **Caricetum nardinae**. Dabei wächst *Carex nardina* meist in isolierten Horsten, und die Einzelpflanzen von *Dryas octopetala* sind fleckenhafte verteilt. Die Vegetationsdecke der Assoziation bleibt stets lückig und schütter. Die Bedeckung schwankt mit 30 - 75 % zwar über eine große Breite, doch der Mittelwert ist mit 46,5 % in den unteren Bereich dieser Amplitude verschoben. Bezüglich der Dominanz von *Carex nardina* und *Dryas octopetala* liegt in der **Typischen Subassoziaton** eine leichte Verschiebung zugunsten von *Dryas octopetala* vor. In 26 Aufnahmen dieser Subassoziaton erreicht *Dryas* nämlich zwölfmal höhere Deckungswerte als *Carex nardina*, während letztere nur neunmal höhere Werte erlangt und in fünf Fällen beide denselben Wert aufweisen (s. Tab. 49, Anh. B). Weitere Gefäßpflanzensippen, Flechten und Bryophyten sind gegenüber *Carex nardina* und *Dryas octopetala* nur von untergeordneter Bedeutung für den Gesellschaftsaufbau, was sich auch darin widerspiegelt, daß sie selten mehr als 10 % Bedeckung erreichen.



**Abb. 38:** Das **Caricetum nardinae** auf marmorhaltigem Moränenschutt nordöstlich des Monacobreen (Liefdefjorden).

Vegetation der Fleckentundra über, an die sie auch in standortökologischer Hinsicht anschließt (s.u.). So zeigt gerade *Dryas octopetala* bereits deutliche Vitalitätsverluste in der Assoziation, obwohl sie doch einiges an Fläche bedecken kann. Dies deutet darauf hin, daß *Dryas octopetala* in der Assoziation am Rande ihrer Existenzmöglichkeiten gedeiht.

Der wichtigste Grund liegt hierfür in der starken Windexposition der Standorte, weshalb nur wenig bis gar kein winterlicher Schneeschutz für die Assoziation vorhanden ist. Dementsprechend intensiv können tiefe Wintertemperaturen, Wind- und Schneeschliff, Frosttrocknis und Winderosion einwirken. Der Wind trägt darüber hinaus zu einer gesteigerten Evapotranspiration während der Vegetationsperiode bei, so daß in dieser Zeit durchaus ein Wassermangel für die Assoziation auftreten kann.

Im Vergleich zu den übrigen *Dryas*-Gesellschaften ist das **Caricetum nardinae** relativ artenarm (durchschnittlich 11,6 Arten pro Aufnahme). Höhere Stetigkeitswerte erreichen von den weiteren Gefäßpflanzensippen nur *Saxifraga oppositifolia* (konstant), *Bistorta vivipara* und *Salix polaris*. Bei den Bryophyten und Flechten sind dies *Ditrichum flexicaule* (konstant), *Hypnum bambergi*, *Bryum spec.* und *Tortula ruralis* bzw. Krustenflechten (konstant) und *Thamnotia vermicularis*.

Im physiognomischen Gesamtbild leitet das **Caricetum nardinae** eindeutig zur

Das sommerliche Wasserdefizit oder zumindest die Gefahr eines solchen wird durch sehr geringmächtige bis fehlende Humusauflagen, gering entwickelte Oberbodenhorizonte und gut drainierende, steinreiche Unterböden zusätzlich gefördert. In diesem Zusammenhang ist selbstverständlich zu berücksichtigen, daß die Bodenentwicklung kontinuierlich durch die Winderosion gestört und begrenzt wird (eingeschränkte Akkumulation organischen Materials in Form von Streu, ständiger Abtrag mineralischer Bodensubstanz). Als Bodentypen liegen in aller Regel kalkreiche Lockersyroeme, Regosole oder schwach entwickelte Rendzinen vor, deren Reaktion im Oberboden zwischen pH 7 und 8 variiert. Innerhalb dieser Schwankungsbreite liegen die geringeren Werte immer dann vor, wenn zugleich ein sichtbar höherer Humusgehalt vorhanden ist.

Das **Caricetum nardinae** erreicht bezüglich der Phytomasse mit  $720 \text{ g m}^{-2}$  (BRATTBÄKK 1985h) im Mittel etwas höhere Werte als die Vegetation der Fleckentundra, zu der es überleitet. Zugleich markiert die Assoziation jedoch den niedrigsten Bestandsvorrat der *Dryas*-Gesellschaften in Spitzbergen.

Innerhalb der gesamten Assoziation sind lediglich *Carex nardina*, *Saxifraga oppositifolia*, *Ditrichum flexicaule* und Krustenflechten als konstante Arten vorhanden. Die Tab. 49 (Anhang B) zeigt aber, daß sich die Assoziation noch weiter in zwei Subassoziationen, eine **Typische** und eine **Fragmentarische Subassoziation** untergliedern läßt.

Folgende Sippen tragen zur Charakterisierung und inneren Differenzierung der Assoziation bei:

	<b>Caricetum nardinae</b>	
	<b>Fragmentarische Subassoziation</b>	<b>Typische Subassoziation</b>
<b>Konstante Arten</b>	Carex nardina, Saxifraga oppositifolia, Ditrichum flexicaule, Krustenflechten	
<b>Konstante Präferenzarten</b>	Hypnum revolutum (schwach konstant)	Dryas octopetala
<b>Verbreitete Präferenzarten</b>		Dicranum elongatum, Distichium capillaceum, Cetraria nivalis
<b>Mehrmalige Präferenzarten</b>	Pedicularis hirsuta, Poa arctica ssp. caespitans, Calliargon turgescens	Carex rupestris, Pedicularis lanata ssp. dasyantha, Campylium stellatum, Cetraria islandica, Oncophorus wahlebergii, Orthothecium chryseon

Die floristische Differenzierung zeigt sich auch in der Physiognomie der beiden Subassoziationen, was durch den Ausfall von *Dryas octopetala* in der **Fragmentarischen Subassoziation** recht augenfällig ist. Die **Fragmentarische Subassoziation** vermittelt deshalb auch eher den Eindruck einer Grasheide. Zudem beträgt die durchschnittliche Vegetationsbedeckung der **Fragmentarischen Subassoziation** lediglich 39 % gegenüber 54 % bei der **Typischen Subassoziation**. Daneben ist auch die mittlere Artenzahl mit 9,6 zu 13,6 Arten pro Aufnahme in der **Fragmentarischen Subassoziation** vermindert. In standortökologischer Hinsicht sind die Unterschiede zwischen den Subassoziationen vor allem dadurch begründet, daß die **Fragmentarische Subassoziation** extremste Windkanten besiedelt, an denen im Winter sicher kein Schneeschutz vorhanden ist. Dabei herrschen derart harsche Bedingungen vor, die die Existenzmöglichkeiten von *Dryas octopetala* überschreiten. Insofern ist sogar denkbar, daß die weitere Entwicklung der **Fragmentarischen Subassoziation** in Richtung des **Potentilletum pulchellae** verläuft, welches sich - wie bereits erwähnt - durch Degradationseinflüsse aus den *Dryas*-Heiden einstellen kann (s. Kap. 6.4.2).

Unterschiedlicher Schneeschutz ist darüber hinaus der Grund für die weitere Differenzierung der **Typischen Subassoziation**, die in Tab. 49 (Anh. B) wiedergegeben ist. Denn aus der Reliefsituation

der beiden Varianten wird deutlich, daß die **Variante von *Salix polaris*** nicht so stark exponierte Lagen einnimmt wie die **Typische Variante**. Beide Varianten kommen häufig sehr eng miteinander verzahnt vor, da die **Typische Subassoziation** mehrfach eine leichte Büldenbildung aufweist. Diese Mikroreliefierung bewirkt, daß sich die **Typische Variante** auf den Büldenkuppen einstellt und die **Variante von *Salix polaris*** die etwas geschützteren Räumen zwischen den Bülden besiedelt.

Innerhalb der *Dryas*-Gesellschaften ist das ***Caricetum nardinae*** in Spitzbergen am seltesten und flächenmäßig am geringsten ausgebreitet. Es nimmt die exponiertesten Standorte ein und ist deshalb als stark chionophob und sehr xerophytisch zu bezeichnen. Außerdem ist es eng auf kalkreiche Böden eingemischt. Dies trifft auch auf die ***Caricetum nardinae***-Bestände des nordskandinavischen Teilareals zu, die insbesondere unter subkontinentalen, sommertrockenen Klimaverhältnissen vorkommen.

Das ***Caricetum nardinae*** wurde in Spitzbergen mehrfach und von verschiedenen Autoren sowohl aus der Inneren Arktischen Fjordzone als auch aus der Mittleren und der Nördlichen Arktischen Tundrenzone beschrieben; z.B. von RØNNING (1965b), HARTMANN (1980), NIMIS (1985), WEGENER, HANSEN & JACOBSEN (1992) und MÖLLER & THANNHEISER (1997). Der von RØNNING (a.a.O.) eingeführte populäre Name **Nardino-Dryadetum** ist ebenso als Synonym aufzufassen wie die von ELVEBAKK (1994) verbesserte Bezeichnung ***Carici nardinae-Dryadetum octopetalae***.

Das ***Caricetum nardinae*** ist wie die übrigen hier beschriebenen *Dryas octopetala*-Gesellschaften Spitzbergens dem Verband ***Caricion nardinae*** Nordh. 1935 unterstellt. Diesem sind die Ordnung ***Kobresio-Dryadetalia*** (Br.-Bl. 1948) Ohba 1974 und die Klasse ***Carici rupestris-Kobresietea bellardii*** Ohba 1974 übergeordnet.

### 6.6.2 *Carici rupestris-Dryadetum octopetalae* Rønning 1965

Das ***Carici rupestris-Dryadetum octopetalae*** (Tab. 50 und Tab. 51 (Anhang B)) findet sich in oberen Lagen von Hang- und Höhenrücken, auf Terrassenflächen und auf sehr flachen Kuppen. Eine besonders gute Entwicklung scheint auf Strandwällen und -terrassen gegeben zu sein (vgl. RØNNING 1965b). Im Bereich stark exponierter Kuppen und in hängigem Gelände schließt die Assoziation idealtypischerweise noch in den oberen Lagen unterhalb an das ***Caricetum nardinae*** an.

Obwohl das ***Carici rupestris-Dryadetum octopetalae*** das ***Caricetum nardinae*** bereits deutlich an Wuchshöhe übertrifft, bleibt es niedrigwüchsig und wird selten höher als 15 cm. *Carex rupestris* ist oft schon aus der Ferne durch einen relativ hohen Wuchs und durch eine matte gelbbraune Färbung zu erkennen. Auch die Vegetationsbedeckung erreicht mit rund 81 % einen wesentlich höheren Wert als beim ***Caricetum nardinae*** (Mittel: 46,5 %). Dennoch bleiben die Bestände damit lückig und sind nie ganz geschlossen. Die Gesamtbedeckung wird deutlich von den Phanerogamen bestimmt, wobei sich die namensgebenden und dominierenden *Dryas octopetala* flächig und *Carex rupestris* horstartig ausbreiten. Den Kryptogamen kommt mit Bedeckungsgraden bis 45 % schon eine erheblich größere Bedeutung zu als im ***Caricetum nardinae***.

Das ***Carici rupestris-Dryadetum octopetalae*** weist mit durchschnittlich 18,6 Sippen eine größere Artenvielfalt als das ***Caricetum nardinae*** (11,6) auf. Neben *Dryas octopetala* und *Carex rupestris* erreichen von den Gefäßpflanzensippen *Saxifraga oppositifolia*, *Salix polaris* und *Bistorta vivipara* Stetigkeitswerte der hohen Klassen IV und V. *Saxifraga oppositifolia* und *Salix polaris* sind oftmals auch für das physiognomische Gesamtbild der Bestände von Bedeutung. Von den Kryptogamen erlangen *Ditrichum flexicaule*, *Hypnum bambergeri*, *Tomenthypnum nitens*, *Campylium stellatum*, *Bryum spec.* und Krustenflechten hohe Stetigkeitswerte. Sie sind insofern von physiognomischer

Bedeutung, als daß sie einerseits unterhalb der Krautschicht für einen zweischichtigen Aufbau der Bestände sorgen und andererseits Lücken zwischen den Gefäßpflanzen ausfüllen.

Aus der Lage des **Carici rupestris-Dryadetum octopetalae** im Relief ergibt sich ein geringer, aber stets vorhandener Schneeschutz im Winter. Die Frost- und Windeinwirkungen und deren Folgen sind demzufolge generell weit weniger intensiv als beim **Caricetum nardinae**. Nach der relativ frühen Schneeschmelze sind die Böden unter der Assoziation feuchter und bleiben auch länger frisch als im Falle des **Caricetum nardinae**. Dennoch trocknen die Böden aufgrund eines gut drainierenden Untergrundes vergleichsweise rasch ab, so daß auch beim **Carici rupestris-Dryadetum octopetalae** ein Wassermangel am Ende der Vegetationsperiode auftreten kann.

Flachgründige (arktische) Braunerde-Regosole oder Braunerden stellen die charakteristischen Bodentypen dar. Bei einem gut durchwurzelbaren Unterboden beträgt die Durchwurzelungstiefe rund 40 cm. Das Material des Oberbodens variiert von sandig-kiesig bis lehmig. Es zeigt durchgängig Spuren von Kryoturbation oder Solifluktion, die dazu führen können, daß der A-Horizont nicht durchgängig entwickelt ist. Eine Büldenbildung ist immer festzustellen. Die pH-Werte des Oberbodens schwanken zwischen pH 6 und 8. Der Schwerpunkt scheint dabei genau im neutralen Bereich zu liegen (vgl. HADAČ 1989).

Durch den frühen Zeitpunkt des Ausaperns, das schnelle Abtrocknen des Bodens und die leicht windgeschützte Lage der Assoziation entstehen ab Mitte Juli relativ hohe Bodentemperaturen bei Strahlungswetterlagen. Sie führen zu vergleichsweise günstigen Wuchsbedingungen, die sich direkt in einer guten Vitalität von *Dryas octopetala* und einer gegenüber dem **Caricetum nardinae** gesteigerten Phytomasseproduktion ausdrücken. Die Angaben zum oberirdischen Bestandsvorrat reichen von 975 g m<sup>-2</sup> für Bestände der Brøggerhalvøya (BRATTBÄKK 1985h), über 1092 g m<sup>-2</sup> im Bolterdalen (HERSTAD 1981) und 1094 g m<sup>-2</sup> im Adventdalen (BRATTBÄKK 1985h) bis zu 1285 g m<sup>-2</sup> im Adventdalen (LUND 1979). Die oberirdische Phytomasse ist somit zwischen 35,4 und 78,5 % gegenüber dem **Caricetum nardinae** gesteigert.

Nach den eigenen pflanzensoziologischen Aufnahmen zum **Carici rupestris-Dryadetum octopetalae** ergeben sich zwei Subassoziationen: Eine **Typische Subassoziation** und eine **Subassoziation von Salix polaris** (s. Tab. 50 und Tab. 51 (Anhang B)). Die charakterisierenden und die differenzierenden Pflanzenarten sind in der folgenden Auflistung wiedergegeben:

	<b>Carici rupestris-Dryadetum octopetalae</b>	
	<b>Typische Subassoziation</b>	<b>Subassoziation von Salix polaris</b>
<b>Konstante Arten</b>	Dryas octopetala, Carex rupestris, Saxifraga oppositifolia, Ditrichum flexicaule, Hypnum bambergeri	
<b>Konstante Präferenzarten</b>	Distichium capillaceum (schwach konstant)	Salix polaris
<b>Häufige Präferenzarten</b>		Drepanocladus uncinatus, Polytrichum alpinum
<b>Verbreitete Präferenzarten</b>	Cirriphyllum cirrosum, Cetraria delisei	Luzula arctica, Pedicularis hirsuta, Aulacomnium turgidum, Hypnum revolutum
<b>Mehrmalige Präferenzarten</b>	Dicranum fuscescens, Orthothecium chryseon	Oxyria digyna, Draba corymbosa, Cerastium arcticum, Papaver dahlmanii, Cardamine bellidifolia, Bartramia ithyphylla

Die beiden Subassoziationen unterscheiden sich in standortökologischer Hinsicht vor allem durch einen größeren und längeren Schneeschutz bei der **Subassoziation von Salix polaris**. Dieser bewirkt

auch etwas feuchtere Bodenverhältnisse. Die **Subassoziation von *Salix polaris*** leitet somit stärker zum **Dryadetum minoris** Hadač 1946 (Kap. 6.6.3) über, während die **Typische Subassoziation** eher zum **Caricetum nardinae** hinführt.

Die **Subassoziation von *Salix polaris*** läßt sich noch weiter untergliedern in eine **Typische Variante** und eine **Variante von *Silene acaulis*** (s. Tab. 51 in Anhang B). *Silene acaulis* weist dabei auf einen etwas stärkeren Einfluß der solifluidalen Prozesse innerhalb dieser Variante hin.

In Spitzbergen ist das **Carici rupestris-Dryadetum octopetalae** gegenüber dem **Caricetum nardinae** vergleichsweise weit verbreitet und häufiger anzutreffen. Bisherige pflanzensoziologische Untersuchungen der Assoziation konzentrieren sich jedoch auf die Mittlere Arktische Tundrenzone und die Innere Arktische Fjordzone, z.B. ELVEBAKK (1979), LUND (1979), HARTMANN (1980), HERSTAD (1981), BROSSARD ET AL. (1984), HADAČ (1989), WEGENER, HANSEN & JACOBSEN (1992) und MÖLLER & THANNHEISER (1997). Nur die Arbeit von RØNNING (1965b) enthält auch Bestandsaufnahmen aus der Nördlichen Arktischen Tundrenzone. In der letztgenannten Studie wird die Assoziation in abgekürzter Form als **Rupestri-Dryadetum** angesprochen, was als (ungültiges) Synonym anzusehen ist. HADAČ (1989) schlägt eine Namensumkehr (nomen inversum) vor, da seiner Ansicht nach *Carex rupestris* die dominierende Art der Assoziation ist. Dies wird aus den eigenen Aufnahmen der Assoziation jedoch ebenso wenig deutlich wie aus den oben erwähnten Arbeiten. Von den 39 hier wiedergegebenen Aufnahmen werden 16 von *Dryas octopetala* und 14 von *Carex rupestris* dominiert. In den übrigen neun Fällen erreichen die beiden Arten den gleichen Bedeckungsgrad. Aus diesem Grund wird dem Vorschlag von HADAČ (a.a.O.), den Assoziationsnamen in **Dryado-Caricetum rupestris** zu ändern, nicht gefolgt.

Aus dem boreal(-subalpin-alpin)en Teilareal beschreiben z.B. NORDHAGEN (1928), BRINGER (1961) und KOROLEVA (1994) Bestände des **Carici rupestris-Dryadetum octopetalae**. Bei NORDHAGEN (a.a.O.) finden sie sich unter der Bezeichnung "Artenreiche Dryas-Assoziation", die insgesamt aber wesentlich weiter gefaßt ist als in der hier vorgenommenen Klassifikation. In der Studie von BRINGER (a.a.O.) wird dagegen eine etwas andere Einteilung der *Dryas octopetala*-Heiden vorgenommen, weshalb das **Carici rupestris-Dryas octopetalae** Affinitäten zu Teilen des dortigen **Epibryo-Dryadetum** und zu Teilen des **Tetragono-Dryadetum** nach BRINGER zeigt. KOROLEVA (a.a.O.) benennt **Carici rupestris-Dryas octopetalae**-Bestände von der Kola-Halbinsel mit dem Autorenezusatz Nordhagen 1928, was sich nach der Artenzusammensetzung in der Tat auf die oben genannte "Artenreiche Dryas-Assoziation" bezieht, aber nicht ganz der hier enger gefaßten Bezeichnung mit dem Autorenezusatz Rønning 1965 entspricht.

**Tab. 50: Carici rupestris-Dryadetum octopetalae Rønning 1965, Typische Subassoziation.**

Laufende Nummer	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Interne Nummer	419	415	416	28	4	46	123	717	859	752	861	874
Fläche (m²)	4	4	4	1	2	4	4	4	4	10	10	4
Bedeckung (%)	85	85	80	80	75	80	90	80	80	90	90	85
Artenzahl	11	13	14	24	17	14	23	13	15	19	19	22
<i>Dryas octopetalae</i>	4	4	4	4	3	4	3	2	3	3	3	3
<i>Carex rupestris</i>	3	3	3	3	4	4	4	3	3	3	4	3
<i>Bistorta vivipara</i>	2	2	1	2	2	2	2	1	1	.	+	1
<i>Saxifraga oppositifolia</i>	2	2	2	2	+	.	1	1	1	+	1	1
<i>Carex fuliginosa</i> ssp. <i>misandra</i>	.	.	.	.	.	1	+	+	+	.	1	1
<i>Silene acaulis</i>	.	.	.	.	.	.	.	+	+	+	.	1
<i>Salix polaris</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	+	+
<i>Pedicularis lanata</i> ssp. <i>dasyantha</i>	+	1	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Carex nardina</i>	.	+	+	.	.	.	.	.	+	.	.	.
<i>Stellaria longipes</i>	.	.	.	1	.	.	+	.	.	.	.	.
<i>Pedicularis hirsuta</i>	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	+
<i>Luzula arcuata</i> ssp. <i>confusa</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	+
<i>Saxifraga cernua</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+
<i>Luzula arctica</i>	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Cerastium arcticum</i>	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Erigeron humilis</i>	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.
<i>Papaver dahlianum</i>	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.
<i>Cassiope tetragona</i>	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.
<i>Draba subcapitata</i>	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.
<i>Equisetum variegatum</i>	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.
<i>Oxyria digyna</i>	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.
<i>Ditrichum flexicaule</i>	1	1	1	1	1	1	1	1	+	1	1	+
<i>Hypnum bambergi</i>	2	1	2	2	2	2	2	.	2	2	1	.
<i>Distichium capillaceum</i>	+	+	+	+	+	+	+	.	.	.	+	+
<i>Cirriphyllum cirrosium</i>	1	1	+	.	.	+	+	.	.	.	.	+
<i>Campylium stellatum</i>	+	1	+	+	+	.	.	.	.	.	+	.
<i>Cetraria islandica</i>	.	.	.	.	.	.	.	1	1	+	1	1
<i>Cetraria nivalis</i>	.	.	.	.	.	.	.	3	1	+	1	+
<i>Cetraria delisei</i>	.	.	.	.	.	.	.	1	1	+	1	2
Krustenflechten	.	.	.	.	.	.	.	1	2	1	1	2
<i>Bryum spec.</i>	.	1	1	.	.	.	+	.	.	+	.	+
<i>Tomenthypnum nitens</i>	.	.	.	+	1	.	1	.	.	.	2	1
<i>Dicranum fuscescens</i>	.	.	.	.	1	2	+	.	.	+	1	.
<i>Orthothecium chryseon</i>	.	1	+	.	.	.	.	.	.	.	2	+
<i>Thamnolia vermicularis</i>	.	.	.	+	+	.	+	.	.	.	+	.
<i>Cetraria cucullata</i>	.	.	.	+	.	.	1	+	.	+	.	.
<i>Hylocomium splendens</i>	.	.	.	2	1	+	.	.	.	.	.	.
<i>Timmia austriaca</i>	.	.	.	1	.	.	.	.	.	+	.	.
<i>Ochrolechia frigida</i>	.	.	.	1	.	.	.	.	.	+	.	.
<i>Pohlia cruda</i>	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	+
<i>Aulacomnium turgidum</i>	.	.	.	.	1	2	.	.	.	.	.	.
<i>Racomitrium lanuginosum</i>	.	.	.	.	.	3	.	.	.	+	.	.
<i>Mnium serratum</i>	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	+
<i>Ptilidium ciliare</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	.	.
<i>Brachythecium turgidum</i>	2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Jungermannia spec.</i>	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Lophozia groenlandica</i>	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Tortula ruralis</i>	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Hypnum revolutum</i>	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Polytrichum juniperinum</i>	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Polytrichum strictum</i>	.	.	.	.	2	.	.	.	.	.	.	.
<i>Peltigera aptosa</i>	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.
<i>Cladonia spec.</i>	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.
<i>Polytrichum alpinum</i>	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.
<i>Dicranum elongatum</i>	.	.	.	.	.	.	2	.	.	.	.	.
<i>Isopterygiopsis pulchella</i>	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.
<i>Alectoria nigricans</i>	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.

Lokalitäten: 415, 416 u. 419: Inneres Woodfj.-dalen; 46: Lernerøyane (Liefdefj.); 4: Brotfjellet (Liefdefj.); 28: Kvikkåa (Liefdefj.); 123: Sjøverbukta (Bockfj.); 717: Blomstrandhaløya (Kongsfj.); 752: Tromsdalen (Kongsfj.); 859, 861 u. 874: Gåsebu (Kongsfj.).

### 6.6.3 *Dryadetum minoris* Hadač 1946

Das ***Dryadetum minoris*** (Tab. 52 und Tab. 53 (Anhang B)) besitzt von den *Dryas octopetala*-Gesellschaften in Spitzbergen die größte Verbreitung und nimmt die größten Flächen ein, die bei einzelnen Beständen einige bis mehrere hundert Quadratmeter umfassen können. Die Assoziation schließt idealtypischerweise im Bereich aufragender Felsen und Steine, in den Tiefenlinien von (high center-) Polygonen, auf den Oberflächen gehobener Strandterrassen und an gut drainierten Unterhängen an das ***Carici rupestris-Dryadetum octopetalae*** an (s. Abb. 39).

Mit einer durchschnittlichen Vegetationsbedeckung von 72,3 % in den eigenen Aufnahmen (s. Tab. 52 und Tab. 53 (Anh. B)) bleibt das ***Dryadetum minoris*** lückig und erreicht nicht den Bedeckungsgrad des ***Carici rupestris-Dryadetum octopetalae*** (rund 81 %). Bezüglich der mittleren Artenzahl weisen die beiden Assoziationen jedoch den gleichen Wert auf, nämlich 18,6 Arten pro Aufnahme.

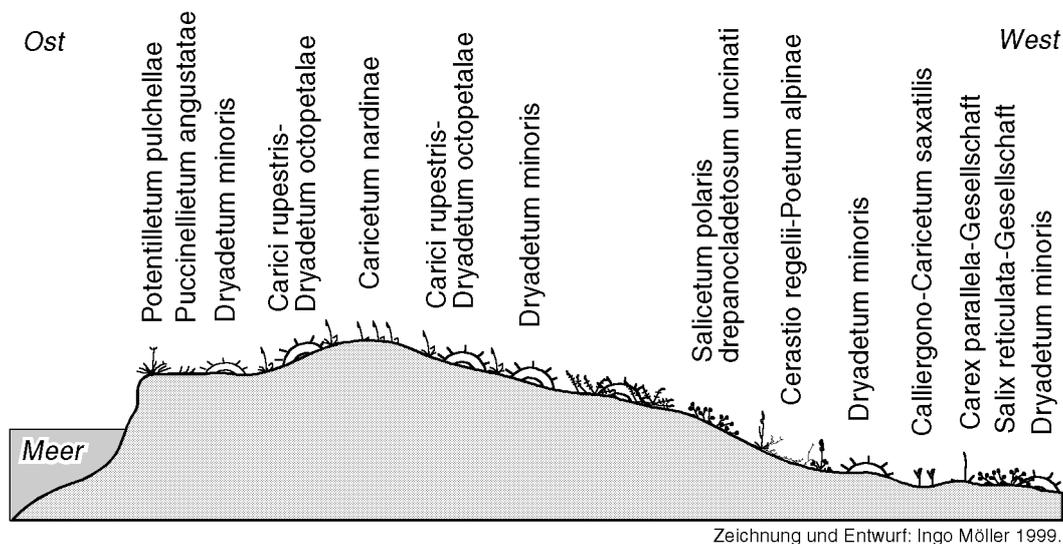


Abb. 39: Vegetationsprofil der südlichen Roosflya (Woodfjorden) mit der typischen Position des *Dryadetum minoris*.

Das äußerst seltene Vorkommen von *Carex nardina* und die wenigen Vorkommen von *Carex rupestris* mit geringen Bedeckungswerten erscheinen für die Gesamtassoziation ***Dryadetum minoris*** als ein (Negativ-) Kriterium gegenüber dem ***Caricetum nardinae*** bzw. dem ***Carici rupestris-Dryadetum octopetalae***. Gegenüber dem ***Dryado-Cassiopetum tetragonae*** Hadač (1946) 1989 (Kap. 6.6.4) kommt *Cassiope tetragona* nur äußerst spärlich und mit geringen Deckungswerten im ***Dryadetum minoris*** vor. Eigene charakteristische und differenzierende Artenkombinationen, die das ***Dryadetum minoris*** positiv kennzeichnen könnten, fehlen dagegen. Das ***Dryadetum minoris*** kann deshalb mit der bislang gewählten Benennung der Pflanzengesellschaften als die typische *Dryas octopetala*-Gesellschaft Spitzbergens bezeichnet werden. *Dryas octopetala* bestimmt in der Assoziation beinahe allein die Physiognomie, da im Regelfall keine andere Gefäßpflanzenart eine Co-Dominanz erreicht. Nur *Salix polaris* erreicht teilweise recht hohe Bedeckungswerte und wird dann auch für das Erscheinungsbild der Assoziation wichtig. Als konstante Arten der noch genauer zu differenzierenden Assoziation (s.u.) sind neben *Dryas octopetala* lediglich *Saxifraga oppositifolia*, *Hypnum bambergeri*, *Ditrichum flexicaule* und Krustenflechten zu nennen. *Bistorta vivipara*, *Cetraria islandica*, *Polytrichum alpinum*, *Cetraria nivalis*, *Thamnolia vermicularis*, *Tortula ruralis* und *Dicranum fuscescens* erreichen daneben ebenfalls noch hohe Stetigkeitswerte (IV).

Das **Dryadetum minoris** verfügt über einen effektiven Schneeschutz im Winter, der sich aus einer gegenüber dem **Carici rupestris-Dryadetum octopetalae** mächtigeren und längeren Schneebedeckung ergibt. Da die Standorte der Assoziation nach der Schneeschmelze nicht so rasch abtrocknen wie beim **Carici rupestris-Dryadetum octopetalae**, bleiben die Oberböden länger feucht und sind selbst im Spätsommer, wenn der Permafrost durch Auftauen tiefergelegt ist, frisch. Hierdurch ergeben sich günstige Existenzbedingungen für Bryophyten. Durch die Feuchtigkeit des Substrates entstehen im Zusammenspiel mit Frostwechseln häufig Kryoturbationen, die sich in einer Büldenbildung ausdrücken. Ab etwa 10° Hangneigung entstehen daneben Solifluktionserscheinungen, in steileren Hanglagen teilweise sogar regelrechte Streifenböden, die eine entsprechend offene, girlandenförmige Vegetationsanordnung bedingen. Offene Oberflächen entstehen in den Beständen zusätzlich durch den destruktiven Einfluß von Oberflächenwasser im Zuge der Schneeschmelze und durch Winderosion.

Innerhalb der Standorte des **Dryadetum minoris** findet sich in Abhängigkeit vom Ausgangsmaterial eine große Breite von Bodentypen. Die Spannbreite reicht von gering entwickelten Syrosemem mit einer Durchwurzelungstiefe von 10 cm, über (Proto-)Rendzinen und Braunerde-Regosolen bis zu Braunerden mit einer Durchwurzelungstiefe von 50 cm. Die Bodentypen weisen alle eine Humusaufgabe auf, die mit Ausnahme der Syroseme durch die Horizontfolge L-Oh-Of gekennzeichnet ist und z.T. sogar um die 10 cm mächtig sein kann.

Auch die Oberböden verfügen über relativ hohe Humusgehalte, für die HADAČ (1946) 12 - 36 % und RØNNING (1965b) 2,3 - 36 % im Mittel angeben. Die Einarbeitung der organischen Substanz in den Mineralboden erfolgt vor allem durch Einspülung und Kryoturbation. Älteres, abgestorbenes Wurzelmaterial trägt zudem zum Mineralbodenhumus bei (vgl. EBERLE, THANNHEISER & WEBER 1993). Eine weitere Gemeinsamkeit der verschiedenen Bodentypen liegt in der Reaktion ihrer Oberböden, die von mittel sauer bis schwach alkalisch reicht. Nach eigenen Messungen sowie den Angaben in HADAČ (1946 und 1989) und RØNNING (1965b) liegt der Schwerpunkt dabei im schwach sauren Bereich zwischen pH 6,5 und 7.

Die Phytomasse des **Dryadetum minoris** erreicht in etwa das gleiche Niveau wie die des **Carici rupestris-Dryadetum octopetalae**. BRATTBÄKK (1985h) ermittelte einen oberirdischen Bestandsvorrat von 925 g m<sup>-2</sup> für Bestände der Brøggerhalvøya und 1127 g m<sup>-2</sup> für Bestände des Adventdalen. LUND (1979) untersuchte ebenfalls Bestände des Adventdalen und erhielt mit 1013 g m<sup>-2</sup> für die oberirdische Phytomasse einen Wert, der sich sehr gut in die zuvor genannten Werte einfügt. An der Eidembukta in Westspitzbergen bestimmten THANNHEISER, MÖLLER & WÜTHRICH (1998) dagegen einen wesentlich geringeren Bestandsvorrat. Mit 448 g m<sup>-2</sup> erreicht die oberirdische Phytomasse nicht einmal 50 % der zuvor genannten Werte. Da die unterirdische Phytomasse an der Eidembukta durchschnittlich bei 935 g m<sup>-2</sup> liegt, ergibt sich eine Gesamtphytomasse von lediglich 1383 g m<sup>-2</sup>, bei einem Verhältnis von oberirdisch zu unterirdisch von rund 1 : 2,1. Der geringe Bestandsvorrat der **Dryadetum minoris**-Bestände an der Eidembukta kann darauf zurückgeführt werden, daß die Bestände dort in der Nördlichen Arktischen Tundrenzone am Rande ihrer Existenzmöglichkeiten gedeihen und nur noch gering ausgebildet sind (s. Aufnahmen 660, 661, 663 und 664 in Tab. 53 (Anhang B)). Die Bestände des Adventdalen und der Brøggerhalvøya profitieren dagegen von den grundsätzlich günstigeren Wachstumsbedingungen in der Mittleren Arktischen Tundrenzone bzw. der Inneren Arktischen Fjordzone.

Tab. 52: Dryadetum minoris Hadač 1946, Typische Subassoziation.

Laufende Nummer	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Interne Nummer	434	425	424	127	662	704	784	312	315	155	314	294
Fläche (m <sup>2</sup> )	4	10	4	10	4	10	10	4	4	4	4	10
Bedeckung (%)	70	80	60	50	80	55	55	80	90	75	90	65
Artenzahl	6	9	8	12	17	18	22	22	21	22	24	27
<i>Dryas octopetala</i>	4	5	4	3	5	3	3	4	5	4	4	4
<i>Saxifraga oppositifolia</i>	2	1	1	1	+	1	+	+	1	1	1	.
<i>Bistorta vivipara</i>	1	+	.	+	1	+	1	.	.	2	1	1
<i>Luzula arctica</i>	.	.	.	.	.	+	+	+	+	1	+	2
<i>Carex rupestris</i>	.	.	.	.	.	1	1	2	1	2	2	.
<i>Silene acaulis</i>	.	.	.	.	.	+	+	1	1	.	.	+
<i>Cerastium alpinum / arcticum</i>	.	.	.	.	+	.	.	.	.	+	.	+
<i>Pedicularis hirsuta</i>	.	.	.	.	.	.	+	.	.	+	.	+
<i>Minuartia rubella</i>	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	+	+
<i>Draba arctica</i>	.	.	.	.	.	.	.	+	+	.	.	.
<i>Pedicularis lanata ssp. dasyantha</i>	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Carex nardina</i>	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Luzula arcuata ssp. confusa</i>	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.
<i>Papaver dahlianum</i>	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.
<i>Poa arctica ssp. caespitans</i>	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.
<i>Silene uralensis ssp. arctica</i>	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.
<i>Silene furcata ssp. furcata</i>	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.
<i>Draba lactea</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.
<i>Saxifraga cernua</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.
<i>Cassiope tetragona</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1
<i>Equisetum variegatum</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1
<i>Festuca rubra ssp. arctica</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1
<i>Poa pratensis ssp. alpigena</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1
<i>Saxifraga cespitosa</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+
<i>Saxifraga nivalis</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+
<i>Ditrichum flexicaule</i>	1	1	1	+	.	1	+	1	1	1	1	.
<i>Dicranum fuscens</i>	.	1	1	+	.	1	+	+	1	+	2	1
Krustenflechten	.	.	1	2	1	2	3	2	2	1	3	2
<i>Hypnum bambergeri</i>	.	.	1	+	2	2	2	1	2	2	2	2
<i>Cetraria nivalis</i>	.	.	.	+	1	+	+	1	1	+	1	+
<i>Tortula ruralis</i>	.	.	.	1	.	+	+	+	1	1	+	1
<i>Thamnia vermicularis</i>	.	.	.	+	+	.	+	+	1	+	1	+
<i>Cetraria delisei</i>	.	.	.	+	+	1	1	+	1	.	1	.
<i>Cetraria islandica</i>	.	.	.	.	2	.	1	1	+	+	1	1
<i>Polytrichum alpinum</i>	.	.	.	.	+	+	+	+	+	1	.	+
<i>Distichium capillaceum</i>	1	+	.	.	+	+	.	.	.	.	1	.
<i>Stereocaulon alpinum</i>	.	.	.	.	2	1	1	.	.	.	.	+
<i>Bryum spec.</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	+	1	+	2
<i>Oncophorus wahlenbergii</i>	.	.	.	.	2	1	.	.	.	1	.	.
<i>Alectoria nigricans</i>	.	.	.	.	+	.	.	+	+	.	.	.
<i>Cetraria cucullata</i>	.	.	.	.	.	+	+	+	.	.	.	.
<i>Tomenthypnum nitens</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	3	3	2
<i>Bartramia ithyphylla</i>	.	2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1
<i>Cirriphyllum cirrosum</i>	.	.	.	.	.	.	.	+	1	.	.	.
<i>Pleurozium schreberi</i>	.	.	.	.	.	.	.	+	+	.	.	.
<i>Cornicularia aculeata</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	+	.
<i>Drepanocladus uncinatus</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	+	.
<i>Dicranoweisia crispula</i>	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Bryum pallescens</i>	.	2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Orthothecium chryseon</i>	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Brachythecium turgidum</i>	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Racomitrium canescens</i>	.	.	.	.	2	.	.	.	.	.	.	.
<i>Tortella tortuosa</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.
<i>Philonotis tomentella</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.
<i>Anthelia juratzkana</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+
<i>Pogonatum urnigerum</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+
<i>Polytrichum norvegicum</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+
<i>Aulacomnium turgidum</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+
<i>Peltigera rufescens</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+

Lokalitäten: 434: Äußeres Woodfj.-dalen; 424 u. 425: Inneres Woodfj.-dalen; 127: Fußfläche Wulfberget (Liefdefj.); 662: Eidembukta (Forlandsund.); 704: Vorland Lovénbreen (Kongsfj.); 784: Stuphallet (Kongsfj.); 312, 314 u. 315: S-Roosflya (Woodfj.); 155: Kvikkåa (Liefdefj.); 294: Sverrefjellet (Bockfj.).

Gemäß der Tab. 52 und der Tab. 53 (Anhang B) läßt sich das **Dryadetum minoris** in eine **Typische Subassoziatio**n und eine **Subassoziatio von Salix polaris** untergliedern.

Die floristische Charakterisierung und Differenzierung ergibt sich aus der folgenden Auflistung:

	<b>Dryadetum minoris</b>	
	<b>Typische Subassoziatio</b>	<b>Subassoziatio von Salix polaris</b>
<b>Konstante Arten</b>	Dryas octopetala, Saxifraga oppositifolia Ditrichum flexicaule, Hypnum bambergeri, Krustenflechten	
<b>Konstante Präferenzarten</b>	Dicranum fuscescens	Salix polaris
<b>Häufige Präferenzarten</b>		Tomenthypnum nitens, Bryum spec.
<b>Verbreitete Präferenzarten</b>	Cirriphyllum cirrosum, Cetraria delisei	Drepanocladus uncinatus
<b>Mehrmalige Präferenzarten</b>	Minuartia rubella, Cetraria cucullata	Carex fuliginosa ssp. misandra, Oxyria digyna, Stellaria longipes, Papaver dahlianum, Cladonia pyxidata, Hylocomium splendens

Die **Subassoziatio von Salix polaris** ist mit durchschnittlich 21,2 zu 16,0 Arten pro Aufnahme artenreicher als die **Typische Subassoziatio**. Dies ist insbesondere eine Folge der Zunahme der Gefäßpflanzensippen, was sich an dem Verhältnis von Gefäßpflanzen- zu Kryptogamenarten ablesen läßt. Es liegt in der **Typischen Subassoziatio** bei rund 1 : 1,8 und nähert sich in der **Subassoziatio von Salix polaris** auf 1 : 1,2 an. Darüber hinaus ist die mittlere Vegetationsbedeckung mit 77,7 % bei der **Subassoziatio von Salix polaris** größer als bei der **Typischen Subassoziatio** mit 66,9 %.

Als Erklärung der floristischen Unterschiede zwischen beiden Subassoziationen können in standörtlicher Hinsicht ein etwas größerer und längerer Schneeschutz im Falle der **Subassoziatio von Salix polaris** und eine längere Feuchtigkeit des Substrates nach der Schneeschmelze herangezogen werden. Die größere Substratfeuchte wird dabei durch etwas feinkörnigeres Bodenmaterial, das etwas geringere Drainageeigenschaften besitzt, unterstützt.

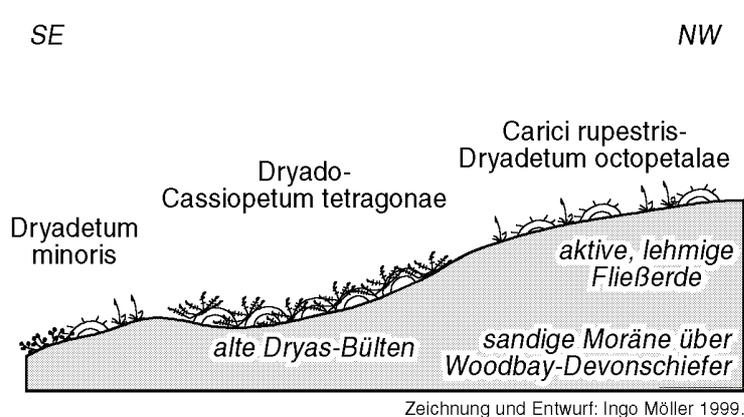
Die weitere Differenzierung der **Subassoziatio von Salix polaris**, die in Tab. 53 (Anh. B) wiedergegeben ist, folgt vergleichbaren standörtlichen Unterschieden. Die **Variante von Carex rupestris** genießt den geringsten Schneeschutz, die **Typische Variante** einen mittleren und die **Variante von Carex fuliginosa ssp. misandra** den meisten Schneeschutz bei zugleich größter Substratfeuchtigkeit.

Bei dem **Dryadetum minoris** handelt es sich um die zentrale *Dryas octopetala*-Gesellschaft auf mittleren Standorten Spitzbergens. Die Assoziation wurde dementsprechend häufiger untersucht und unter vielen Bezeichnungen beschrieben. Folgende Gesellschaftsbezeichnungen sind als Synonyme aufzufassen oder dem **Dryadetum minoris** anzuschließen: **Polari-Dryadetum** (RÖNNING 1965b); *Dryas octopetala*-synedrium (LID 1967); **Distichio-Polygonetum vivipari** (HADAČ 1946); **Hylocomietum splendentis**, **Subassoziatio von Dryas octopetala** (KOBAYASHI, KASHIWIDANI & DEGUCHI 1990); *Salix polaris*-*Dryas octopetala*-Soziation (HOFMANN 1968); "Dryas-Salix-vegetatie" (HEINEMEIJER 1979); *Dryas octopetala*-Gesellschaft (MÖLLER, THANNHEISER & WÜTHRICH 1998) sowie Ausschnitte der "Dryas fjellmark" von POLUNIN (1945), der "Dry moss tundra" von GUGNACKA-FIEDOR & NORYSKIEWICZ (1982) und der "*Saxifraga aizoides* community" und der "*Polygonum viviparum* community" von DUBIEL & OLECH (1990).

#### 6.6.4 Dryado-Cassiopetum tetragonae Hadač (1946) 1989

In der letzten *Dryas*-reichen Pflanzengesellschaft Nordwestspitzbergens und Spitzbergens insgesamt kommt *Dryas octopetala* nicht mehr die große Bedeutung bezüglich der Dominanz zu wie in den vorherigen Gesellschaften. Im Regelfall weist *Cassiope tetragona* höhere Bedeckungsgrade auf als *Dryas octopetala* (in 37 von 43 Aufnahmen) oder ist zumindest co-dominant (in 6 von 43 Aufnahmen, s. Tab. 55 und Tab. 56 (Anhang B)). Teilweise kommt *Cassiope tetragona* sogar allein vor, da *Dryas octopetala* ausfällt (s. Tab. 54). Neben *Cassiope tetragona* sind *Saxifraga oppositifolia*, *Salix polaris* sowie *Tomenthypnum nitens* und *Cetraria islandica* für die Gesamtassoziation konstant. Darüber hinaus erreichen *Oxyria digyna* und die Moose *Drepanocladus uncinatus*, *Hylocomium splendens* und *Pleurozium schreberi* einen hohen Stetigkeitswert von IV.

Das **Dryado-Cassiopetum tetragonae** besiedelt als chionotraphente bis chionophile Pflanzengemeinschaft flache Mulden, wenig geneigte untere Hanglagen oder Leebereiche unterschiedlicher Geländeformen wie Moränenrücken, Kames oder Strandwällen, die durch Schneeansammlungen einen sehr effektiven Schneeschutz im Winter bieten (s. Abb. 40). Die Assoziation ist dagegen nie in den exponierten Bereichen der genannten Geländeformen zu finden und meidet zugleich stauwasserbeeinflusste Standorte, an denen Humusakkumulationen zur Torfbildung führen. Da *Cassiope tetragona* und *Dryas octopetala* bei einer starken gemeinsamen Dominanz andere, konkurrenzschwächere Phanerogamen geradezu unterdrücken, zeigt die Assoziation ein einheitlicheres Bild als die anderen *Dryas*-reichen Gesellschaften. Bei einer durchschnittlichen Vegetationsbedeckung von 83 % wächst das **Dryado-Cassiopetum tetragonae** zwar ziemlich dicht, bleibt aber dennoch lückig. Unter einer meist zusammenhängenden Zwergstrauchschicht (oftmals erreicht *Dryas octopetala* in seiner Wuchshöhe nicht ganz das Niveau von *Cassiope tetragona*) existiert meist eine recht üppige Moosschicht, in die Flechten ohne größere Bedeckung eingestreut sind.



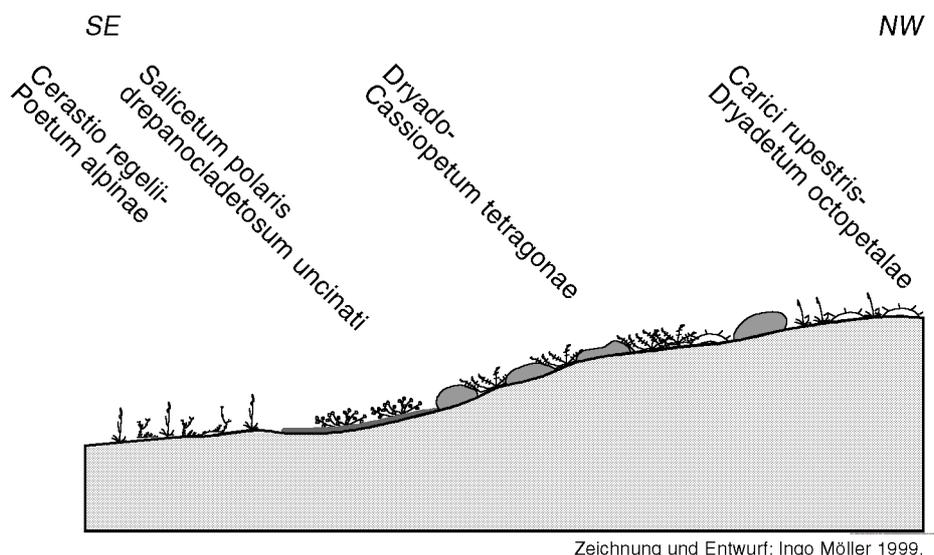
**Abb. 40:** Das **Dryado-Cassiopetum tetragonae** in typischer Muldenlage auf sandigem Moränenmaterial über "Wood Bay-Schiefer" des Devons.

*tetragona* an sich, zum Austrocknen, was insbesondere auf Frostrocknis zurückzuführen ist.

Das **Dryado-Cassiopetum tetragonae** findet sich auf feinkörnigeren Substraten als das **Dryadetum minoris** und die übrigen *Dryas*-Gesellschaften. Am besten scheint die Assoziation auf lehmigen Substraten zu gedeihen, da andere eine floristische Verarmung aufweisen (vgl. HADAČ 1989). Die Reaktion des Oberbodens variiert vom stark sauren bis zum schwach alkalischen Bereich (pH 5 - 7,5) mit einem Schwerpunkt im schwach sauren. In den Beständen der Assoziation findet eine große Streuakkumulation statt, die bis 25 cm mächtige, wenig zersetzte Rohhumusaufgaben mit der

In einem idealisierten Hangprofil schließt das **Dryado-Cassiopetum tetragonae** unterhalb des **Dryadetum minoris** an. Das **Dryado-Cassiopetum tetragonae** besiedelt dabei Standorte mit einer mächtigeren und längeren Schneebedeckung als das **Dryadetum minoris**. Die Standorte der Assoziation sind häufig bis Ende Juni schneebedeckt (vgl. BROSSARD ET AL. 1984). Sie leitet somit zur Schneebodenvegetation über, zu der sie häufig räumlich benachbart ist (s. Abb. 41). In Wintern mit geringer Schneebedeckung tendiert die Assoziation, vor allem die immergrüne *Cassiope*

Horizontfolge L-Of-Oh entstehen läßt. Ihre Entstehung ist eindeutig eine Folge der Existenz des **Dryado-Cassiopetum tetragonae**. Anders ausgedrückt heißt das, daß die Assoziation die Humusaufgabe aufbaut, eine Rückkoppelung bzw. ein Einfluß auf ihren Aufbau findet aber nicht statt. Wie im **Dryadetum minoris** ist neben der großen Humusaufgabe auch im Mineralboden ein hoher Humusgehalt vorhanden. Im Mittel ist er mit 23,1 % sogar höher als im **Dryadetum minoris** mit 17,6 % (RØNNING 1965b). Dementsprechend hoch sind die Gehalte an organischem Kohlenstoff im Oberboden, der zwischen 3,5 und 6,5 % schwankt (vgl. EBERLE, THANNHEISER & WEBER 1993). Daneben hat der Rohhumus einen Einfluß auf den pH-Wert des Oberbodens, da im Rohhumus gebildete und freigesetzte Huminsäuren i.w.S. nach ihrer Infiltration durch Basenaustausch erniedrigend auf den pH-Wert wirken. Dem Rohhumus kommt letztlich auch ein positiver Effekt, der ausgleichend auf den Bodenwasserhaushalt wirkt, zu. Dies liegt darin begründet, daß einerseits zusätzliche Wasserspeicherkapazitäten vorhanden sind und andererseits die Verdunstung aus dem Mineralboden reduziert wird, wodurch die Feuchtigkeit im Oberboden länger und verstärkt erhalten bleibt. Infolgedessen entsteht ein ausgeglicheneres Bestandsklima, in dem die Temperaturschwankungen geringer als in den übrigen *Dryas*-reichen Gesellschaften sind.



**Abb. 41:** Das **Dryado-Cassiopetum tetragonae** vermittelt in unteren Hanglagen von chionophoben *Dryas*-Gesellschaften zur Schneebodenvegetation (gehobene Strandterrassen, Sverrefjellet, ca. 35 m über dem Meer).

Die oberirdische Phytomasse des **Dryado-Cassiopetum tetragonae** liegt in ihrer Größenordnung ungefähr im Bereich des **Carici rupestris-Dryadetum octopetalae** und des **Dryadetum minoris**. Die eigenen Phytomassebestimmungen im Liefdefjorden ergaben durchschnittlich  $969 \text{ g m}^{-2}$  oberirdischen Bestandsvorrats, wovon etwa 50 % tote Phytomasse sind. Etwas geringere Werte für die oberirdische Phytomasse ermittelten BRATTBÄKK (1985h) und HERSTAD (1981) mit  $900 \text{ g m}^{-2}$  im Adventdalen bzw.  $921 \text{ g m}^{-2}$  im Bolterdalen. Weitere Daten liegen von BRATTBÄKK (a.a.O.) von der Brøggerhalvøya und von LUND (1979) aus dem Adventdalen vor. Sie markieren mit  $1409 \text{ g m}^{-2}$  bzw.  $1103 \text{ g m}^{-2}$  den oberen Bereich der Spannweite für die oberirdische Phytomasse. Die relativ großen Differenzen zwischen diesen einzelnen Durchschnittswerten lassen sich durch eine unterschiedlich stark geschlossene Zwergstrauchsicht und eine verschieden stark entwickelte Bryophyten-schicht erklären. Nach LUND (a.a.O.) und HERSTAD (a.a.O.) beträgt die jährliche Nettoprimärproduktion des **Dryado-Cassiopetum tetragonae** nur  $70 \text{ g m}^{-2}$ . Dabei wird die Wuchsleistung von *Cassiope tetragona* in der Hocharktis - an der nördlichen Verbreitungsgrenze - vor allem durch niedrige Tempe-

raturen und nicht durch eine mangelnde Nährstoffversorgung begrenzt (CALLAGHAN, CARLSSON & TYLER 1989). Zudem ist eine Rückkoppelung der Blatt- und Blütenentwicklung (Grünanteil bei *Cassiope tetragona* 15 % (10 - 20) mit den aus dem Vorjahr aufgebauten und gespeicherten Nährstoffvorräten vorhanden (vgl. DIERSSEN 1996: 557). Die Speicherung der Assimilationsprodukte während des Winters geschieht im Gegensatz zu vielen anderen *Ericaceen* vorwiegend in der oberirdischen Phytomasse (NAMS & FREEDMAN 1987).

Das **Dryado-Cassiopeetum tetragonae** läßt sich aufgrund floristischer Unterschiede in zwei Subassoziationen gliedern: Eine **Fragmentarische Subassoziation** (Tab. 54) und eine **Typische Subassoziation** (Tab. 55 und 56 (Anh. B)).

Die **Fragmentarische Subassoziation** des **Dryado-Cassiopeetum tetragonae** setzt sich gegenüber der **Typischen Subassoziation** durch zahlreiche Pflanzenarten gut ab:

	<b>Dryado-Cassiopeetum tetragonae</b>	
	<b>Typische Subassoziation</b>	<b>Fragmentarische Subassoziation</b>
<b>Konstante Arten</b>	Cassiope tetragona, Saxifraga oppositifolia, Salix polaris, Tomenthypnum nitens	
		Cetraria islandica, Drepanocladus uncinatus
<b>Konstante Präferenzarten</b>	Dryas octopetala, Bistorta vivipara, Hypnum bambergeri	Pleurozium schreberi, Hylocomium splendens
<b>Häufige Präferenzarten</b>	Ditrichum flexicaule, Krustenflechten	
<b>Verbreitete Präferenzarten</b>	Carex rupestris, Silene acaulis, Stellaria longipes, Cetraria delisei, Distichium capillaceum, Cetraria nivalis	Bryum wrightii
<b>Mehrmalige Präferenzarten</b>	Pedicularis lanata ssp. dasyantha	Cladonia spec., Barbilophozia kunzeana

Das auffallendste Unterscheidungsmerkmal gegenüber der **Typischen Subassoziation** des **Dryado-Cassiopeetum tetragonae** besteht im Fehlen von *Dryas octopetala*. *Cassiope tetragona* bestimmt demzufolge beinahe allein die Physiognomie der Bestände. Lediglich *Salix polaris* ergänzt teilweise die oberste Zwergstrauchschicht. Meist erreicht die Polarweide allerdings nicht die Wuchshöhe von *Cassiope tetragona*. Die übrigen Phanerogamen weisen keine hohen Bedeckungswerte auf (s. Tab. 54) und tragen damit nicht entscheidend zu einer Auflockerung des recht monotonen physiognomischen Gesamtbildes der Gesellschaft bei. Eine ausgeprägte Moosschicht ist dagegen insofern bedeutend, als daß sie stark an der Vegetationsbedeckung beteiligt ist, die mit durchschnittlich 84,2 % einen recht hohen Wert erreicht. Geschlossene Bestände konnten dennoch nie registriert werden. Mit durchschnittlich 17,5 Arten pro Aufnahme ist die **Fragmentarische Subassoziation** artenärmer als die **Typischen Subassoziation** des **Dryado-Cassiopeetum tetragonae**.

Mit Ausnahme des Standortes der Aufnahme 871 in Tab. 54 sind alle anderen Standorte der **Fragmentarischen Subassoziation** strahlungsbegünstigt in südliche Richtungen exponiert und leicht geneigt (3 - 7°). Im Vergleich zur **Typischen Subassoziation** des **Dryado-Cassiopeetum tetragonae** ist eine Basen-/Nährstoffarmut des Substrats von Bedeutung. Diese drückt sich auch über den pH-Wert der Oberböden aus, der - mit Ausnahme des Bestandes der Aufnahme 871 - zwischen pH 4 und 5 liegt und damit niedriger ist als in der **Typischen Subassoziation**.

Die **Fragmentarische Subassoziation** verdient vor allem deshalb besondere Beachtung, weil sie einerseits, entgegen der **Typischen Subassoziation**, nur in der Inneren Arktischen Fjordzone des Untersuchungsraumes Nordwestspitzbergen angetroffen wurde und dabei selten und kleinflächig bleibt. Andererseits kennzeichnet sie am besten den Übergang zum **Cassiopeetum tetragonae** (Bøcher

1933) Daniëls 1982, das als azidophytische, oligotrophe Pflanzengemeinschaft in der südlichen Arktis (z.B. Ostgrönland) vorkommt. Die floristischen Differenzen zwischen diesen beiden Pflanzengemeinschaften sind jedoch sehr groß. So enthält das **Cassiopetum tetragonae** mehrere Arten, die nicht in der **Fragmentarischen Subassoziaton** des **Dryado-Cassiopetum tetragonae** Nordwestspitzbergens vorkommen und umgekehrt, beispielsweise *Vaccinium uliginosum ssp. microphyllum*, *Phyllodoce caerulea*, *Empetrum nigrum ssp. hermaphroditum*, *Carex bigelowii* und *Salix herbacea* bzw. *Salix polaris*, *Saxifraga oppositifolia* und *Carex fuliginosa ssp. misandra*.

**Tab. 54: Dryado-Cassiopetum tetragonae Hadač (1946) 1989, Fragmentarische Subassoziation.**

Laufende Nummer	1	2	3	4	5	6
Interne Nummer	871	477	474	476	478	64
Fläche (m <sup>2</sup> )	4	4	2	4	4	2
Bedeckung (%)	80	90	85	85	85	80
Artenzahl	11	16	17	19	22	20
Cassiopetum tetragonae	4	4	4	5	5	4
Salix polaris	2	2	3	2	2	2
Saxifraga oppositifolia	.	+	2	1	1	+
Oxyria digyna	+	.	+	1	1	.
Luzula arctica	+	+	+	.	.	.
Carex fuliginosa ssp. misandra	.	+	.	+	1	.
Huperzia selago	.	.	.	1	.	1
Bistorta vivipara	.	.	.	.	+	+
Silene acaulis	.	1	.	.	.	.
Equisetum variegatum	.	+	.	.	.	.
Saxifraga cernua	.	.	.	+	.	.
Pedicularis hirsuta	.	.	.	.	+	.
Papaver dahlianum	.	.	.	.	+	.
Luzula arcuata ssp. confusa	.	.	.	.	.	+
Stellaria longipes	.	.	.	.	.	+
Tomenthypnum nitens	2	3	3	2	2	2
Cetraria islandica	+	1	+	1	+	+
Drepanocladus uncinatus	1	2	2	.	2	2
Hylocomium splendens	2	.	3	3	3	3
Pleurozium schreberi	.	3	3	3	4	4
Aulacomnium turgidum	2	.	.	+	+	2
Polytrichum alpinum	.	+	.	+	+	1
Bryum spec.	2	+	2	.	.	.
Campylium stellatum	.	.	2	2	2	.
Bryum wrightii	.	.	2	+	+	.
Racomitrium lanuginosum	.	1	.	.	.	1
Dicranum elongatum	.	.	1	.	.	2
Dicranum majus	.	.	.	3	2	.
Barbilophozia kunzeana	.	.	.	+	+	.
Cladonia spec.	.	.	.	+	+	.
Stereocaulon spec.	+	.	.	.	.	.
Ditrichum flexicaule	.	1	.	.	.	.
Lophozia spec.	.	+	.	.	.	.
Grimmia spec.	.	+	.	.	.	.
Distichium capillaceum	.	.	+	.	.	.
Orthothecium chryseon	.	.	+	.	.	.
Cladonia pyxidata	.	.	+	.	.	.
Cladonia cornuta	.	.	.	+	.	.
Brachythecium turgidum	.	.	.	.	2	.
Cetraria delisei	.	.	.	.	+	.
Hypnum revolutum	.	.	.	.	.	3
Peltigera aphthosa	.	.	.	.	.	2
Ptilidium ciliare	.	.	.	.	.	2
Bartramia ithyphylla	.	.	.	.	.	1

Lokalitäten: 64: westl. Lernerhalbinsel (Liefdefj.); 474 u. 476-478: westl. Hannabreen (Liefdefj.); 871: Gåsebu (Kongsfj.).

Die **Typische Subassoziation** des **Dryado-Cassiopetum tetragonae** läßt sich in zwei Varianten untergliedern. Sie werden als **Typische Variante** und als **Variante von Carex rupestris** bezeichnet und sind in Tab. 55 und Tab. 56 (Anh. B) wiedergegeben. Ihre floristische Charakterisierung und Differenzierung zeigt die folgende Auflistung:

	<b>Dryado-Cassiopetum tetragonae, Typische Subassoziation</b>	
	<b>Typische Variante</b>	<b>Variante von Carex rupestris</b>
<b>Konstante Arten</b>	Cassiope tetragona, Dryas octopetala, Saxifraga oppositifolia, Bistorta vivipara, Salix polaris, Tomenthypnum nitens, Hypnum bambergeri	
<b>Konstante Präferenzarten</b>	Dicranum majus, Krustenflechten	Carex rupestris
<b>Häufige Präferenzarten</b>	Luzula arctica, Cetraria delisei	
<b>Verbreitete Präferenzarten</b>	Pleurozium schreberi, Hypnum revolutum, Hylocomium splendens, Bartramia ithyphylla	Pedicularis lanata ssp. dasyantha
<b>Mehrmalige Präferenzarten</b>	Saxifraga hieracifolia, Equisetum arvense ssp. boreale, Calliargon turgescens, Racomitrium lanuginosum, Ptilidium ciliare	

Die **Typische Variante** ist mit durchschnittlich 23,6 zu 18,6 Sippen artenreicher als die **Variante von Carex rupestris** und verfügt über eine ausgeprägtere Mooschicht. Sie nimmt innerhalb der angegebenen Amplitude generell etwas saurere Substrate als die **Variante von Carex rupestris** ein und hat einen geringfügig größeren Schneeschutz im Winter. Zudem ist der Einfluß der periglaziären Morphodynamik im Bereich der **Variante von Carex rupestris** stärker ausgeprägt als in der **Typischen Variante**, da in den aufgenommenen Beständen stets eine Büldenbildung oder die Entwicklung aapa-ähnlicher Stränge (Aufnahmen 439 - 443 und 448 in Tab. 56 (Anh. B)) zu verzeichnen ist. Büldenbildung kommt in der **Typischen Variante** zwar auch vor, ist allerdings nicht ständig innerhalb der Bestände vorhanden und falls doch, dann nicht so stark entwickelt.

Das **Dryado-Cassiopetum tetragonae**, das mit gut entwickelten Beständen in der Mittleren Arktischen Tundrenzzone und in der Inneren Arktischen Fjordzone Spitzbergens auch flächenmäßig eine große Ausdehnung erreicht, besitzt insgesamt ein boreal(-subalpin-alpin)-mittelarktisches Verbreitungsgebiet. Es vermittelt zwischen den zuvor dargestellten, chionophoben *Dryas octopetala*-Gesellschaften und der Schneebodenvegetation, insbesondere dem **Salicetum polaris**. Im Kontakt zu anderen *Dryas*-reichen Gesellschaften bilden sich oftmals fließende Übergänge, so daß das **Dryado-Cassiopetum tetragonae** z.B. auch direkt mit dem **Carici rupestris-Dryadetum octopetalae** in Verbindung steht, ohne daß ein **Dryadetum minoris**-Bestand zwischengeschaltet ist (s.a. Abb. 40).

Das **Dryado-Cassiopetum tetragonae** wurde in Spitzbergen ähnlich häufig pflanzensoziologisch bearbeitet wie das **Dryadetum minoris**, u.a. von HADAČ (1946 und 1989), RØNNING (1965b), LUND (1979), HARTMANN (1980), HERSTAD (1981), WEGENER, HANSEN & JACOBSEN (1992) und MÖLLER & THANNHEISER (1997). Die Benennung der Assoziation als **Tetragono-Dryadetum** von RØNNING (1965b) ist ebenso als Synonym aufzufassen wie das *Cassiope tetragona*-synedrium von LID (1967). Darüber hinaus können auch der "*Cassiope tetragona*-type" von BROSSARD ET AL. (1984) und die "*Cassiope heath*" von POLUNIN (1945) sowie Ausschnitte aus dem **Hylocomietum splendentis** von KOBAYASHI, KASHIWIDANI & DEGUCHI (1990) und aus der "*Frischen Moosheide, Cassiope tetragona*-Variante" von EUROLA (1968) aufgrund floristischer Gemeinsamkeiten problemlos dem **Dryado-Cassiopetum tetragonae** angeschlossen werden.

**Tab. 55: Dryado-Cassiopetum tetragonae Hadač (1946) 1989, Typische Subassoziation, Typische Variante.**

Laufende Nummer	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Interne Nummer	818	728	872	445	273	286	268	280	285	291	120	326	327	325	328	329
Fläche (m²)	4	10	10	4	10	10	4	10	10	10	4	4	4	4	4	4
Bedeckung (%)	80	80	75	85	80	80	80	85	80	85	75	80	80	80	80	75
Artenzahl	17	16	18	14	20	23	25	28	31	30	27	22	26	27	26	28
<i>Cassiopetum tetragonae</i>	4	4	4	5	4	4	4	5	5	5	4	4	4	4	4	4
<i>Dryas octopetala</i>	4	4	2	2	3	2	3	2	2	2	2	2	2	2	3	2
<i>Salix polaris</i>	+	+	1	2	1	2	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2
<i>Bistorta vivipara</i>	+	+	+	1	1	.	.	1	+	1	1	1	1	1	1	1
<i>Saxifraga oppositifolia</i>	+	+	2	.	+	.	+	.	1	+	2	1	1	1	1	1
<i>Luzula arctica</i>	.	.	+	.	+	1	+	1	+	1	.	+	.	+	+	1
<i>Carex fuliginosa</i> ssp. <i>misandra</i>	.	+	+	1	1	1	+	.	+	.	.	+	+	.	+	1
<i>Oxyria digyna</i>	.	.	+	1	.	.	.	.	.	.	+	1	1	1	+	1
<i>Stellaria longipes</i>	.	.	.	.	.	+	.	+	.	.	+	.	+	+	+	+
<i>Silene acaulis</i>	.	+	1	.	.	.	.	.	+	.	.	2	1	2	.	2
<i>Pedicularis hirsuta</i>	.	.	.	.	.	.	+	+	.	+	.	.	+	.	+	+
<i>Saxifraga cernua</i>	.	.	+	.	.	.	.	.	.	+	+	.	.	.	.	+
<i>Saxifraga hieracifolia</i>	.	.	.	.	+	.	.	+	+	+	.	.	.	.	.	.
<i>Equisetum arvense</i> ssp. <i>boreale</i>	.	.	.	.	.	1	+	+	.	.	1	.	.	.	.	.
<i>Equisetum variegatum</i>	+	.	.	.	.	.	.	.	+	.	+	.	.	.	.	.
<i>Poa arctica</i> ssp. <i>caespitans</i>	.	.	.	.	.	.	.	+	+	.	+	.	.	.	.	.
<i>Draba lactea</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	.	.	.	.	+
<i>Saxifraga cespitosa</i>	.	.	.	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Pedicularis lanata</i> ssp. <i>dasyantha</i>	.	.	.	1	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.
<i>Equisetum scirpoides</i>	.	.	.	.	1	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Saxifraga nivalis</i>	.	.	.	.	.	+	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.
<i>Ranunculus sulphureus</i>	.	.	.	.	.	.	.	1	.	+	.	.	.	.	.	.
<i>Huperzia selago</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	+	.	.	.	.	.
<i>Cerastium arcticum</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	+	.	.	.	.
<i>Papaver dahlianum</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	+	.
<i>Poa pratensis</i> ssp. <i>alpigena</i>	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Tomenthypnum nitens</i>	2	1	1	3	2	+	3	2	2	2	2	3	3	3	3	2
<i>Hypnum bambergeri</i>	.	.	2	3	3	2	2	3	3	1	+	3	3	3	3	3
<i>Cetraria islandica</i>	+	+	1	.	1	1	1	2	1	1	+	.	1	+	.	+
Krustenflechten	.	.	.	+	+	2	1	2	2	1	1	+	2	1	+	1
<i>Cetraria delisei</i>	+	1	2	.	+	1	+	.	+	1	.	+	+	.	1	.
<i>Cetraria nivalis</i>	2	.	1	.	+	+	.	.	+	.	.	.	+	+	1	.
<i>Drepanocladus uncinatus</i>	1	.	1	.	.	.	1	.	.	.	1	+	+	1	1	+
<i>Pleurozium schreberi</i>	.	.	.	.	.	1	+	1	+	1	.	.	2	2	2	2
<i>Hypnum revolutum</i>	2	.	2	.	+	1	2	.	+	+	1	.	.	.	.	.
<i>Distichium capillaceum</i>	.	1	.	1	.	.	.	.	.	.	1	1	2	2	+	1
<i>Bryum spec.</i>	.	.	.	.	+	1	.	.	.	.	+	1	2	2	2	2
<i>Peltigera rufescens</i> / <i>aphtosa</i>	+	.	.	.	.	+	+	+	1	+	1	.	.	.	.	.
<i>Ditrichum flexicaule</i>	.	.	.	3	.	.	.	.	.	.	1	1	+	+	+	+
<i>Bartramia ithyphylla</i>	.	.	.	.	.	.	2	2	1	+	.	.	.	1	1	1
<i>Polytrichum alpinum</i>	.	.	.	.	.	.	+	+	+	+	.	.	+	+	.	+
<i>Hylocomium splendens</i>	.	.	.	.	.	.	.	1	+	+	.	+	.	+	+	+
<i>Stereocaulon alpinum</i>	.	.	.	.	.	1	+	+	1	1	.	.	.	.	.	+
<i>Campylium stellatum</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	+	+	+	+
<i>Racomitrium lanuginosum</i>	+	+	.	.	.	+	.	.	+	+	.	.	.	.	.	.
<i>Ptilidium ciliare</i>	.	.	+	.	.	.	.	2	.	.	.	+	.	1	.	.
<i>Tortella tortuosa</i>	.	.	.	.	+	2	+	.	1	.	.	.	.	.	.	.
<i>Dicranum majus</i>	.	.	.	.	.	.	1	3	1	2	.	.	.	.	.	.
<i>Calliergon turgescens</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	2	2	2
<i>Dicranum fuscescens</i>	+	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.
<i>Tortula ruralis</i>	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	1	.	.
<i>Isopterygiopsis pulchella</i>	.	.	.	+	.	.	+	.	+	.	.	.	.	.	.	.
<i>Cetraria cucullata</i>	.	.	.	.	.	+	.	.	+	+	.	.	.	.	.	.
<i>Abietinella abietina</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	.	.	.	.	+	.
<i>Dicranum angustum</i>	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Cladonia coccifera</i>	.	+	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Cladonia pyxidata</i>	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.
<i>Aulacomnium turgidum</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.

Einmalige Vorkommen mit geringer Deckung (+): 728: *Salix reticulata*; 273: *Cladonia mitis*; 291: *Dicranum elongatum*; 280: *Minuartia biflora*; 120: *Minuartia stricta*; 327: *Thamnia vermicularis*; 328: *Marchantia polymorpha*.

Lokalitäten: 728: Blomstrandhalvøya (Kongfj.); 818: Bayelv (Kongsfj.); 872: Gåsebu (Kongsfj.); 445: Tal am Kapp Ringertz (Innerer Woodfj.); 268, 273, 280, 285-286 u. 291: Sverrefjellet (Bockfj.); 120: Kvikkåa (Liefdefj.); 325-329: Roosflya (Woodfj.).

Aus der Mittleren Arktischen Tundrenzone Ostgrönlands beschreibt FREDSKILD (1998) ein **Saliceto-Cassiopetum tetragonae** ass. prov. Daniëls & Fredskild, daß von den Autoren als vikariierend zum **Dryado-Cassiopetum tetragonae** angesehen wird. Neben zahlreichen floristischen Gemeinsamkeiten verfügt diese Assoziation über einige regionale Trennarten (z.B. *Salix arctica* und *Dryas integrifolia*), die einen Anschluß an das **Dryado-Cassiopetum tetragonae** nicht möglich machen und ihre Eigenständigkeit begründen.

### 6.6.5 *Empetrum nigrum* ssp. *hermaphroditum*-Gesellschaft

Die *Empetrum nigrum* ssp. *hermaphroditum*-Gesellschaft (Tab. 57) ist von sehr niedrigem, gedrungenem Wuchs und erreicht nur äußerst selten eine Höhe von 10 cm. Sie hinterläßt einen xeromorphen Eindruck. *Empetrum nigrum* ssp. *hermaphroditum* breitet sich teppichartig über die kleinen Bestandsflächen aus. Die weiteren Zwergsträucher *Salix polaris*, *Dryas octopetala* und *Cassiope tetragona* erreichen das Niveau von *Empetrum nigrum* ssp. *hermaphroditum* meist nicht, sondern bleiben geschützt unter- bzw. innerhalb der lockeren *Empetrum nigrum* ssp. *hermaphroditum*-Schicht. Im Zusammenspiel unterdrücken die Zwergsträucher alle anderen Gefäßpflanzenarten sehr stark in ihrer Entwicklung, so daß sie in den hier wiedergegebenen Beständen nur mit geringen Stetigkeitsgraden vorkommen. In den eigenen Aufnahmen sind neben *Empetrum nigrum* ssp. *hermaphroditum* und *Salix polaris* nur noch *Aulacomnium turgidum* und *Cetraria delisei* als konstante Arten vorhanden. *Dryas octopetala*, *Dicranum fuscescens* und *Cetraria islandica* sind schwach konstant. Im Vergleich zu den übrigen Gesellschaften der Zwergstrauchheiden ist die *Empetrum nigrum* ssp. *hermaphroditum*-Gesellschaft mit durchschnittlich 14,1 Sippen relativ artenarm. Nur das extrem windexponierte **Caricetum nardinae** weist weniger Arten auf.

Die *Empetrum nigrum* ssp. *hermaphroditum*-Gesellschaft findet sich nur in Schneeschutzlagen unterer Hangbereiche. Diese Wuchsorte sind zugleich meist leicht geneigt (5 - 15°) und in südliche Richtungen exponiert. Demzufolge schmilzt die winterliche Schneedecke relativ schnell ab, so daß die Gesellschaft frühzeitig ausapert. Durch (grob-)sandige, wasserzügige Oberböden versickert das Schneeschmelzwasser rasch. Die Standorte trocknen entsprechend schnell ab und können zum Spätsommer ein gewisses Wasserdefizit besitzen, da eine laterale Wasserzufuhr keinen Einfluß nimmt.

Auf den Lernerøyane im Liefdefjorden, von denen fünf der acht Aufnahmen in Tab. 57 stammen, läßt sich sehr anschaulich nachvollziehen, daß die Gesellschaft Bereiche mit silikatischem Ausgangsgestein bevorzugt. Denn im Osten der Inseln, wo bis auf kleine Bereiche mit Red Bay-Gesteinen des Devons überwiegend Marmor vorherrschen, sind keine *Empetrum nigrum* ssp. *hermaphroditum*-Bestände ausgebildet. Im Westen der Insel finden sich dagegen auf Gneisen der Migmatit-Gruppe und Schiefen der Glimmerschiefer-Gruppe des Hekla Hoeks zahlreiche Bestände der Gesellschaft unter denselben klimatischen Bedingungen. Den Ausgangsgesteinen entsprechend sind die Böden als Syroseme oder Ranker anzusprechen. Ihre Oberböden sind mittel sauer bis sauer und oligotroph. Sie werden von einem wenig zersetzten Rohhumus mit der Horizontfolge L-Of-Oh überlagert. Die Mächtigkeit der Humusaufgabe schwankt zwischen 3 und 10 cm, wobei die L- und Of-Horizonte durchweg am stärksten ausgebildet sind.

*Empetrum nigrum* ssp. *hermaphroditum* an sich zeigt bezüglich seiner Verbreitung in Svalbard eine Konzentration in Fjordgebieten Zentral- und Nordwestspitzbergens, die innerhalb der Mittleren Arktischen Tundrenzone und der Inneren Arktischen Fjordzone liegen. Einzelvorkommen der Sippe sind darüber hinaus sogar in der Nördlichen Arktischen Tundrenzone Nordspitzbergens und Nordaustlandets vorhanden. Gut ausgebildete Bestände der *Empetrum nigrum* ssp. *hermaphroditum*-Gesellschaft finden sich demgegenüber nur in der Inneren Arktischen Fjordzone. Selbst dort nehmen sie in der Regel lediglich wenige Quadratmeter große Flächen ein. Dies deutet bereits an, daß die Gesell-

schaft in Spitzbergen am Rande ihrer nördlichen Verbreitungsgrenze existiert. Eine generative Reproduktion von *Empetrum nigrum ssp. hermaphroditum* findet unter diesen Bedingungen nur noch sehr eingeschränkt statt. Vom Autor konnten nirgends ausgereifte Früchte bei *Empetrum nigrum ssp. hermaphroditum* entdeckt werden. In der Literatur finden sich jedoch einige wenige Hinweise darauf (s. ELVEBAKK & SPJELKAVIK 1995).

**Tab. 57: *Empetrum nigrum ssp. hermaphroditum*-Gesellschaft.**

Laufende Nummer	1	2	3	4	5	6	7	8
Interne Nummer	776	779	744	43	44	531	532	238
Fläche (m <sup>2</sup> )	4	4	4	2	2	2	2	2
Bedeckung (%)	65	70	75	80	70	75	75	80
Artenzahl	12	14	17	11	12	14	17	16
<i>Empetrum nigrum ssp. hermaphroditum</i>	3	3	4	5	4	4	4	4
<i>Salix polaris</i>	2	2	1	2	2	1	1	2
<i>Dryas octopetala</i>	.	2	1	.	1	+	+	+
<i>Cassiope tetragona</i>	2	+	+	.	.	.	.	.
<i>Carex rupestris</i>	.	.	1	.	.	.	1	1
<i>Pedicularis hirsuta</i>	1	.	.	.	.	.	.	.
<i>Poa arctica ssp. caespitans</i>	1	.	.	.	.	.	.	.
<i>Cerastium arcticum</i>	+	.	.	.	.	.	.	.
<i>Saxifraga hieracifolia</i>	+	.	.	.	.	.	.	.
<i>Saxifraga oppositifolia</i>	.	1	.	.	.	.	.	.
<i>Bistorta vivipara</i>	.	+	.	.	.	.	.	.
<i>Equisetum variegatum</i>	.	+	.	.	.	.	.	.
<i>Stellaria longipes</i>	.	.	.	+	.	.	.	.
<i>Aulacomnium turgidum</i>	2	2	1	.	2	1	+	2
<i>Cetraria delisei</i>	+	.	+	+	+	+	+	+
<i>Dicranum fuscescens</i>	.	1	2	.	1	+	2	2
<i>Cetraria islandica</i>	.	.	1	+	+	+	+	2
<i>Racomitrium lanuginosum</i>	.	.	1	1	.	+	+	2
Krustenflechten	.	.	.	1	1	1	1	.
<i>Distichium capillaceum</i>	.	.	.	1	.	1	1	1
<i>Polytrichum juniperinum</i>	.	.	.	.	1	+	+	1
<i>Dicranum angustum</i>	2	1	+	.	.	.	.	.
<i>Tomenthypnum nitens</i>	2	1	.	.	1	.	.	.
<i>Drepanocladus uncinatus</i>	.	+	.	.	.	.	+	+
<i>Dicranum elongatum</i>	.	.	.	3	3	3	.	.
<i>Polytrichum alpinum</i>	.	.	.	1	2	+	.	.
<i>Lophozia groenlandica</i>	.	.	.	.	.	+	+	+
<i>Cetraria cucullata</i>	.	+	+	.	.	.	.	.
<i>Timmia austriaca</i>	.	+	+	.	.	.	.	.
<i>Cladonia pyxidata</i>	.	.	.	.	.	.	1	2
<i>Bryum spec.</i>	.	.	.	.	.	.	+	1
<i>Polytrichum piliferum</i>	.	.	.	.	.	.	+	+
<i>Peltigera malacea</i>	+	.	.	.	.	.	.	.
<i>Cetraria nivalis</i>	.	.	1	.	.	.	.	.
<i>Calliergon stramineum</i>	.	.	+	.	.	.	.	.
<i>Cladonia uncinata</i>	.	.	+	.	.	.	.	.
<i>Anastrophyllum minutum</i>	.	.	+	.	.	.	.	.
<i>Pohlia cruda</i>	.	.	.	1	.	.	.	.

Lokalitäten: 744: Generalfjella (Krossfj.); 776 u. 779: Storholmen (Kongsfj.); 43, 44, 238, 531 u. 532: Lernerøyane (Liefdefj.).

Wie *Empetrum nigrum ssp. hermaphroditum* an sich wurde auch die *Empetrum nigrum ssp. hermaphroditum*-Gesellschaft bereits mehrfach in der Literatur genannt (s. Liste in ELVEBAKK & SPJELKAVIK 1995) und dabei von mehreren Autoren als ein Indikator für die klimatisch begünstigten, kontinentalen Innerfjordbereiche angesehen. Dennoch sind pflanzensoziologische Aufnahmen aus Spitzbergen bisher nur von MÖLLER & THANNHEISER (1997) in Form einer Stetigkeitstabelle publiziert worden. Obwohl die dort wiedergegebenen Bestände aus dem Mimerdalen deutlich artenreicher sind, lassen sie sich gut mit den Aufnahmen der Tab. 57 parallelisieren. Zusammengefasst charakterisieren sie die *Empetrum nigrum ssp. hermaphroditum*-Gesellschaft recht gut und

setzen sie als floristisch arme Pflanzengemeinschaft von anderen *Empetrum nigrum* ssp. *hermaphroditum*-reichen Gesellschaften, die aus boreal(-alpin)en und südarktischen Regionen bekannt sind, ab. Hierzu zählen z.B. das **Empetro-Betuletum nanae** Nordh. 1943 (em. Daniëls 1982), das mehrfach und unter verschiedenen Namen in Skandinavien und in Ostgrönland beschrieben wurde (u.a. von KALLIOLA 1939, NORDHAGEN 1943, DAHL 1956 und DANIËLS 1982) und die *Empetrum hermaphroditum-Vaccinium microphyllum*-community von Daniëls 1982 aus Ostgrönland. An diese "südlicheren" Gesellschaften schließt die *Empetrum nigrum* ssp. *hermaphroditum*-Gesellschaft Spitzbergens floristisch und standortökologisch an, weist aber doch einen eigenen "arktischen Charakter" auf. Die *Empetrum nigrum* ssp. *hermaphroditum*-Gesellschaft wird somit zukünftig sicherlich als eigenständige Assoziation abzugrenzen sein (Saliceto polaris-Empetretum hermaphroditum?). Genaueres können jedoch erst weitere pflanzensoziologische Aufnahmen zeigen. Zur synsystematischen Einordnung der *Empetrum nigrum* ssp. *hermaphroditum*-Gesellschaft werden als höhere Einheiten der Verband **Loiseleurio-Diapension** (Br.-Bl., Siss. & Vlg. 1939) Daniëls 1982, die Ordnung **Cetrario-Loiseleurietalia** Suzuki-Tokio & Umezu 1964 und die Klasse **Cetrario-Loiseleurietea** Suz.-Tok. & Umezu 1964 vorgeschlagen.

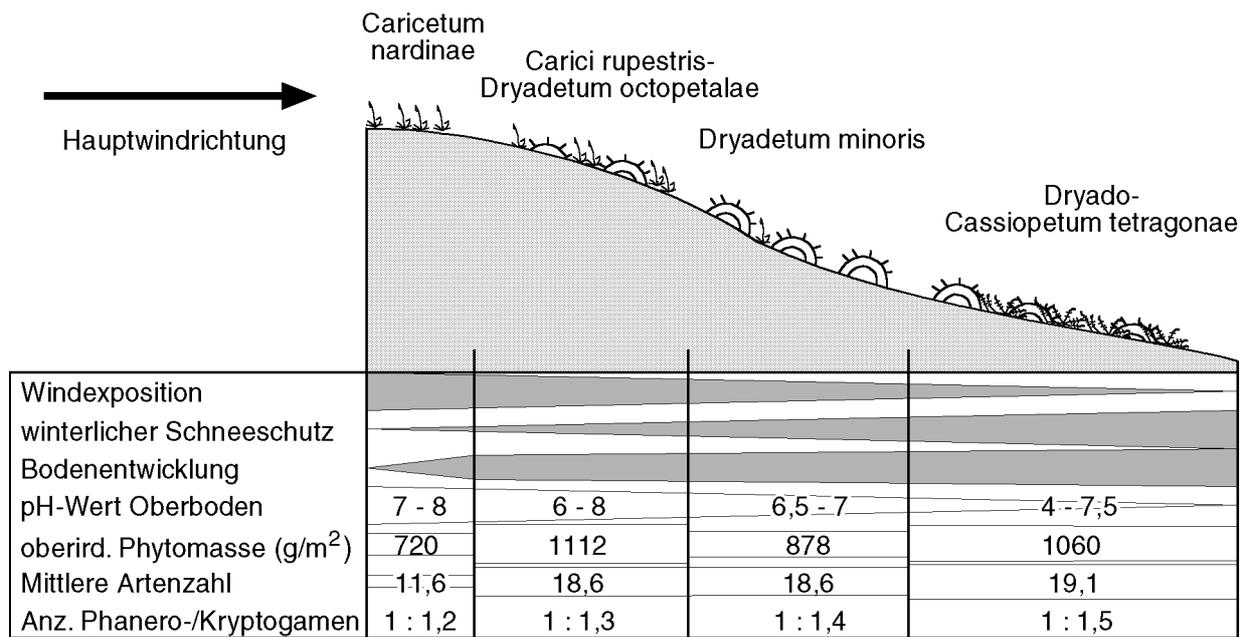
### 6.6.6 Zusammenfassung Zwergstrauchheiden

Wie aus dem Text zu den einzelnen Pflanzengemeinschaften der *Dryas*-reichen Zwergstrauchheiden hervorgeht, sind die Gesellschaften an einem idealisierten Hangprofil in typischer Abfolge von einer oberen, windexponierten Kuppenlage bis zu einer unteren, geschützten Position im Relief angeordnet. Diese Anordnung vom **Caricetum nardinae** über das **Carici rupestris-Dryadetum octopetalae**, das **Dryadetum minoris** bis zum **Dryado-Cassiopetum tetragonae** ist in einigen Bereichen der südlichen Roosflya (Woodfjorden) wiederzufinden. Insofern vermittelt das Profil in Abb. 39 einen Eindruck zu einem real-existierenden Idealprofil in der Natur. Es zeigt dabei auch die häufig vorzufindende räumliche Anbindung der *Dryas*-reichen Pflanzengesellschaften Nordwestspitzbergens an die Vegetation der Fleckentundra einerseits (links, Übergang **Dryadetum minoris - Puccinellietum angustatae**, **Potentilletum pulchellae**) und zu den Gesellschaften der Schneebodenvegetation (rechts der Mitte, Übergang **Dryado-Cassiopetum tetragonae - Salicetum polaris**) andererseits.

In der Abb. 42 sind die *Dryas*-reichen Pflanzengesellschaften Nordwestspitzbergens noch einmal idealisiert zusammengefaßt und mit einigen kennzeichnenden Merkmalen dargestellt.

Die entscheidenden ökologischen Faktoren für die Differenzierung der *Dryas*-reichen Gesellschaften Nordwestspitzbergens sind die Windexposition und der damit verbundene winterliche Schneeschutz, wobei letzterer mit abnehmender Windexposition vom **Caricetum nardinae** bis zum **Dryado-Cassiopetum tetragonae** ansteigt. Im Vergleich zu der Bandbreite des Schneeschutzes in den *Dryas*-reichen Gesellschaften nimmt die *Empetrum nigrum* ssp. *hermaphroditum*-Gesellschaft eine mittlere Position ein. Allerdings wird sie durch eine Exposition in strahlungsbegünstigte, südliche Richtungen verhältnismäßig früh aper.

Die *Empetrum nigrum* ssp. *hermaphroditum*-Gesellschaft nimmt entgegen den karbonatbevorzugenden *Dryas*-reichen Pflanzengesellschaften Standorte mit silikatischem Ausgangsmaterial ein. Dementsprechend sind die pH-Werte der Oberböden generell niedriger. Innerhalb der *Dryas*-reichen Gesellschaften ist bezüglich der pH-Werte eine große Spannweite zu verzeichnen. Sie stellt sich abstrahiert als Gradient vom **Caricetum nardinae** mit pH 7 - 8 bis zum **Dryado-Cassipetum tetragonae** mit pH 4 - 6(7) dar. Große Humusaufgaben bewirken dabei im Endeffekt ein Absinken des pH-Wertes.



Zeichnung und Entwurf: Ingo Möller 1999.

**Abb. 42: Idealprofil der Dryas-reichen Pflanzengesellschaften Nordwestspitzbergens mit kennzeichnenden Merkmalen.**

Mit Ausnahme der *Empetrum nigrum ssp. hermaphroditum*-Gesellschaft unterstehen alle Pflanzengemeinschaften der Zwergstrauchheiden dem pflanzensoziologischen Verband **Caricion nardinae** Nordh. 1935. Für die *Empetrum nigrum ssp. hermaphroditum*-Gesellschaft Spitzbergens wurde der Verband **Loiseleurio-Diapension** (Br.-Bl., Siss. & Vlg. 1939) Daniëls 1982 vorgeschlagen. Insofern ist eine Betrachtung der charakterisierenden und differenzierenden Pflanzensippen der einzelnen Pflanzengemeinschaften sehr interessant. Hierdurch können die floristischen Unterschiede, aber auch die Gemeinsamkeiten noch einmal sehr anschaulich herausgestellt werden und mit den in Abb. 42 dargestellten Merkmalen der Gesellschaften in Zusammenhang gebracht werden. Zu diesem Zweck wurde einerseits eine übersichtliche Stetigkeitstabelle für die Gesellschaften erstellt (Tab. A5 im Anhang) und andererseits die konstanten Arten und die Präferenzarten aus dieser Tabelle herausgefiltert und in einer weiteren Tabelle (Tab. 58) vergleichend gegenübergestellt.

In der Zusammenstellung zeigt sich die sehr gute floristische Charakterisierung und Differenzierung der *Empetrum nigrum ssp. hermaphroditum*-Gesellschaft und des **Dryado-Cassiopetum tetragonae** durch mehrere konstante Arten und mehrere Präferenzarten.

Das **Caricetum nardinae**, das **Carici rupestris-Dryadetum octopetalae** und das **Dryadetum minoris** sind zwar ebenfalls durch mehrere konstante Arten gut charakterisiert, durch wenige Präferenzarten aber nur schlecht differenziert. Während das **Caricetum nardinae** mit der namensgebenden Segge immerhin noch über eine sehr gute, konstante Präferenzart verfügt, besitzen das **Carici rupestris-Dryadetum octopetalae** und das **Dryadetum minoris** jeweils nur eine mehrmalige Präferenzart. Das dies im Falle des **Dryadetum minoris** mit der "Windflechte" *Alectoria nigricans* auch noch eine Art ist, die man eher im extrem windexponierten **Caricetum nardinae** erwartet hätte, überrascht umso mehr.

**Tab. 58: Konstante Arten und Präferenzarten  
der Gesellschaften der  
Zwergstrauchheiden.**

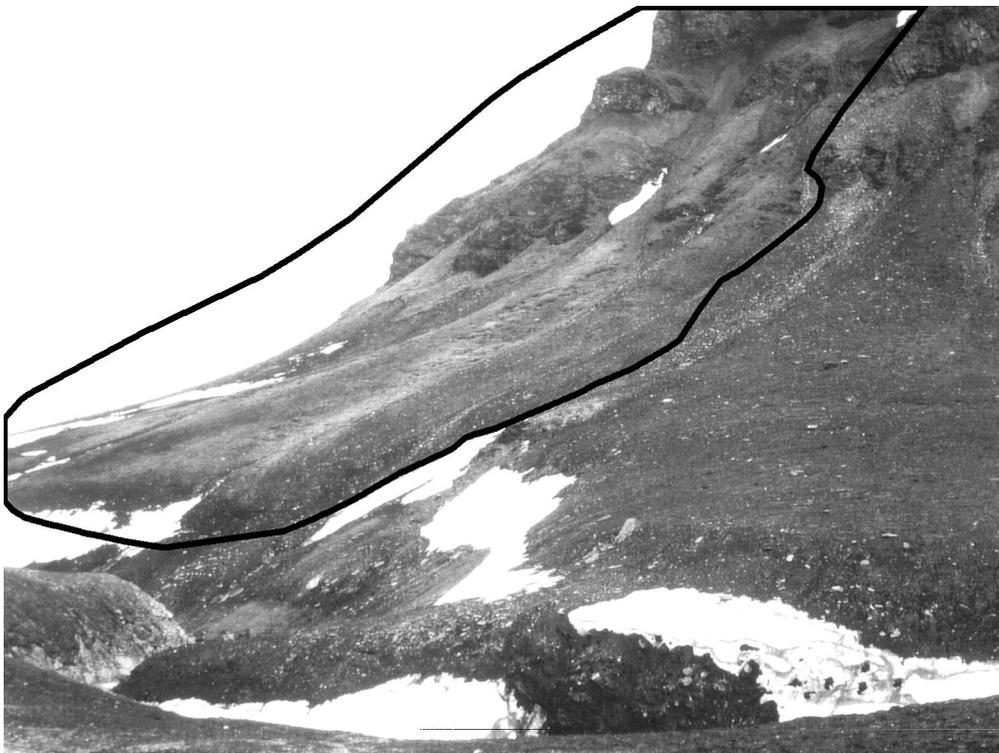
1. Caricetum nardinae
2. Carici rupestris-Dryadetum octopetalae
3. Dryadetum minoris
4. Dyado-Cassiopetum tetragonae
5. Empetrum nigrum ssp. hermaphroditum-Gesellschaft

	1	2	3	4	5
<i>Saxifraga oppositifolia</i>	K	K	K	K	.
<i>Ditrichum flexicaule</i>	K	K	K	.	.
Krustenflechten	K	.	K	.	.
<i>Hypnum bambergeri</i>	sk	K	K	.	.
<i>Dryas octopetala</i>	.	K	K	.	sk
<i>Salix polaris</i>	.	sk	.	K	K
<i>Bistorta vivipara</i>	.	sk	sk	.	.
<i>Cetraria islandica</i>	.	.	.	K	sk
<i>Carex nardina</i>	KP	.	.	.	.
<i>Carex rupestris</i>	.	K	.	.	.
<i>Cirriphyllum cirrosum</i>	.	mP	.	.	.
<i>Alectoria nigricans</i>	.	.	mP	.	.
<i>Tomenthypnum nitens</i>	.	.	.	K	.
<i>Cassiopete tetragona</i>	.	.	.	KP	.
<i>Drepanocladus uncinatus</i>	.	.	.	hP	.
<i>Hylocomium splendens</i>	.	.	.	hP	.
<i>Oxyria digyna</i>	.	.	.	hP	.
<i>Pleurozium schreberi</i>	.	.	.	hP	.
<i>Bryum wrightii</i>	.	.	.	mP	.
<i>Cladonia spec.</i>	.	.	.	mP	.
<i>Dicranum majus</i>	.	.	.	mP	.
<i>Huperzia selago</i>	.	.	.	mP	.
<i>Cetraria delisei</i>	.	.	.	.	K
<i>Dicranum fuscescens</i>	.	.	.	.	sk
<i>Empetrum * hermaphroditum</i>	.	.	.	.	KP
<i>Aulacomnium turgidum</i>	.	.	.	.	KP
<i>Racomitrium lanuginosum</i>	.	.	.	.	hP
<i>Polytrichum juniperinum</i>	.	.	.	.	vP
<i>Dicranum angustum</i>	.	.	.	.	mP
<i>Lophozia groenlandica</i>	.	.	.	.	mP
<i>Polytrichum piliferum</i>	.	.	.	.	mP
<i>Timmia austriaca</i>	.	.	.	.	mP

K = Konstante Art (Stetigkeit V), sk = schwach konstant (Stetigk. IV: 70 - 80 %), P = Präferenzart: h = häufig (Stetigk. IV: 60 - 70 %), v = verbreitet (III), m = mehrmalig (II). \* = *Empetrum nigrum* ssp. *hermaphroditum*.

## 6.7 Vegetation der Vogelfelsen und Vogelrastplätze

Die Vegetation der Vogelfelsen und der Vogelrastplätze hebt sich durch eine satt-grüne Färbung bereits von weitem von der meist bräunlich erscheinenden übrigen arktischen Tundravegetation Nordwestspitzbergens ab (s. Abb. 43). Im Bereich von Rast-, Nist- und Brutplätzen der jeden Sommer wiederkehrenden Seevögel zeigen die auffallende Färbung der überwiegend wiesenartigen Pflanzengemeinschaften und ihre relativ üppige Physiognomie sehr deutlich spezielle Standortbedingungen an. Im Einflußbereich der teilweise tausende Vögel umfassenden Kolonien oder an einzelnen Nist- und Aussichtsplätzen werden nämlich durch die Vögel große Mengen mariner Nährstoffe an Land transportiert. Sie verursachen dort die Entstehung einer stark gedüngten, nährstoffreichen Tundra, so daß von einer ornithogenen Tundra gesprochen werden kann. Ihre Pflanzendecke ist durch hohe Bedeckungsgrade und eine geringe Artendiversität bei zugleich hoher Individuenzahl gekennzeichnet. Blütenpflanzen dominieren in der Regel gegenüber Moosen und Flechten. Häufige Arten sind dabei *Festuca rubra ssp. arctica*, *Poa arctica ssp. caespitans*, *Poa pratensis ssp. alpigena*, *Cochlearia groenlandica*, *Oxyria digyna*, *Saxifraga cernua*, *Cerastium arcticum* und *Bistorta vivipara*.



**Abb. 43:** Die Vegetation des Vogelfelsens "Bulltinden" im St. Jonsfjorden setzt sich bereits von weitem von der umgebenden Tundravegetation ab.

Es können generell drei verschiedene Typen der ornithogenen Tundra unterschieden werden (vgl. SUMMERHAYES & ELTON 1923 und 1928):

a. Vogelfelsen ("bird cliff"):

Mehr oder weniger steile, feinmaterialreiche Schuttfächer unterhalb noch steiler aufragender Felswände, -bändern oder -kliffs. Letztere werden von artenarmen, aber individuenreichen Vogelkolonien als Brutplätze genutzt. Hierzu zählen u.a. Dreizehenmöwen (*Rissa tridactyla*), Eissturmvogel (*Fulmarus glacialis*) und Dickschnabellummen (*Uria lomvia*), die alle die Felswände nutzen, sowie Krabbentaucher (*Alle alle*) und Papageientaucher (*Fratercula arctica*), welche in

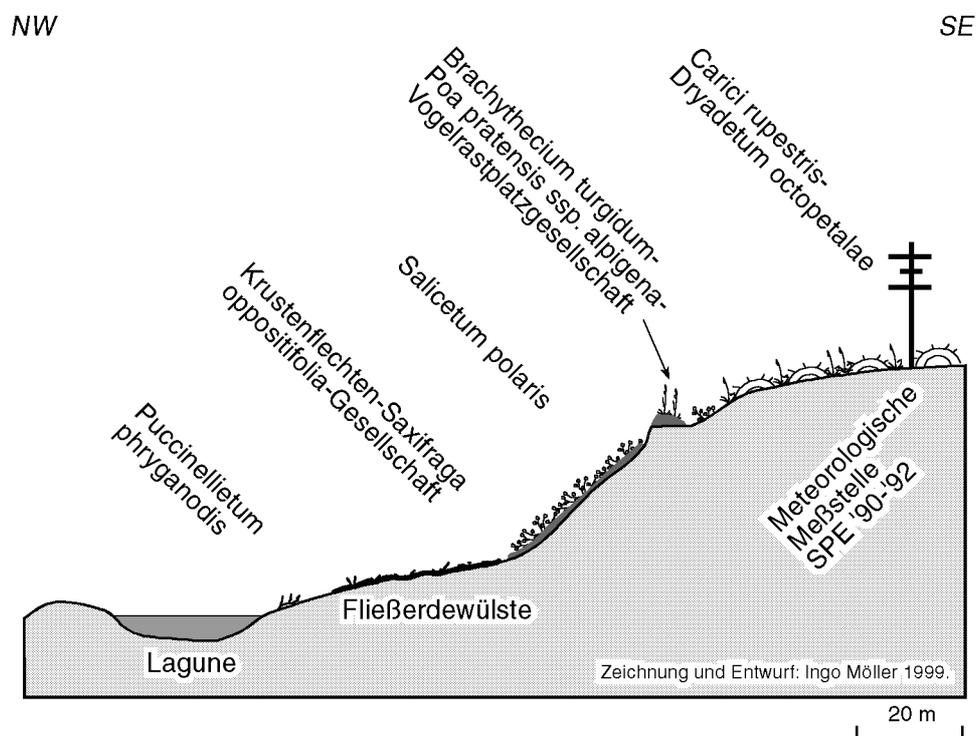
höchstgelegenen Blockschutthalden nisten. Vogelfelsen sind meist in der Nähe des Meeres, der Nahrungsquelle für die Vögel, gelegen.<sup>39</sup>

b. Vogelinsel ("bird island"):

Die Brutkolonien der Vögel finden sich eingebettet in die flache (Küsten-) Tundra. Dem Namen entsprechend handelt es sich oft um kleine Inseln, die der Küste vorgelagert sind. Zu den Vogelarten der Vogelinseln gehören beispielsweise Küstenseeschwalbe (*Sterna paradisaea*) und Eiderente (*Somateria mollissima*).

c. Vogelrastplatz ("Raubmöwen-Hügel", "Skua hummock"):

Einzelne, isolierte und gras-dominierte Rast-, Nist- oder Aussichtsplätze auf kleinen Torfhügeln in der flachen (Küsten-) Tundra (vgl. Abb. 44). Die Torfhügel erheben sich ca. 20 - 60 cm über die Umgebung. Die verursachende Vogelart ist meist die Schmarotzerraubmöwe (*Stercorarius parasiticus*).

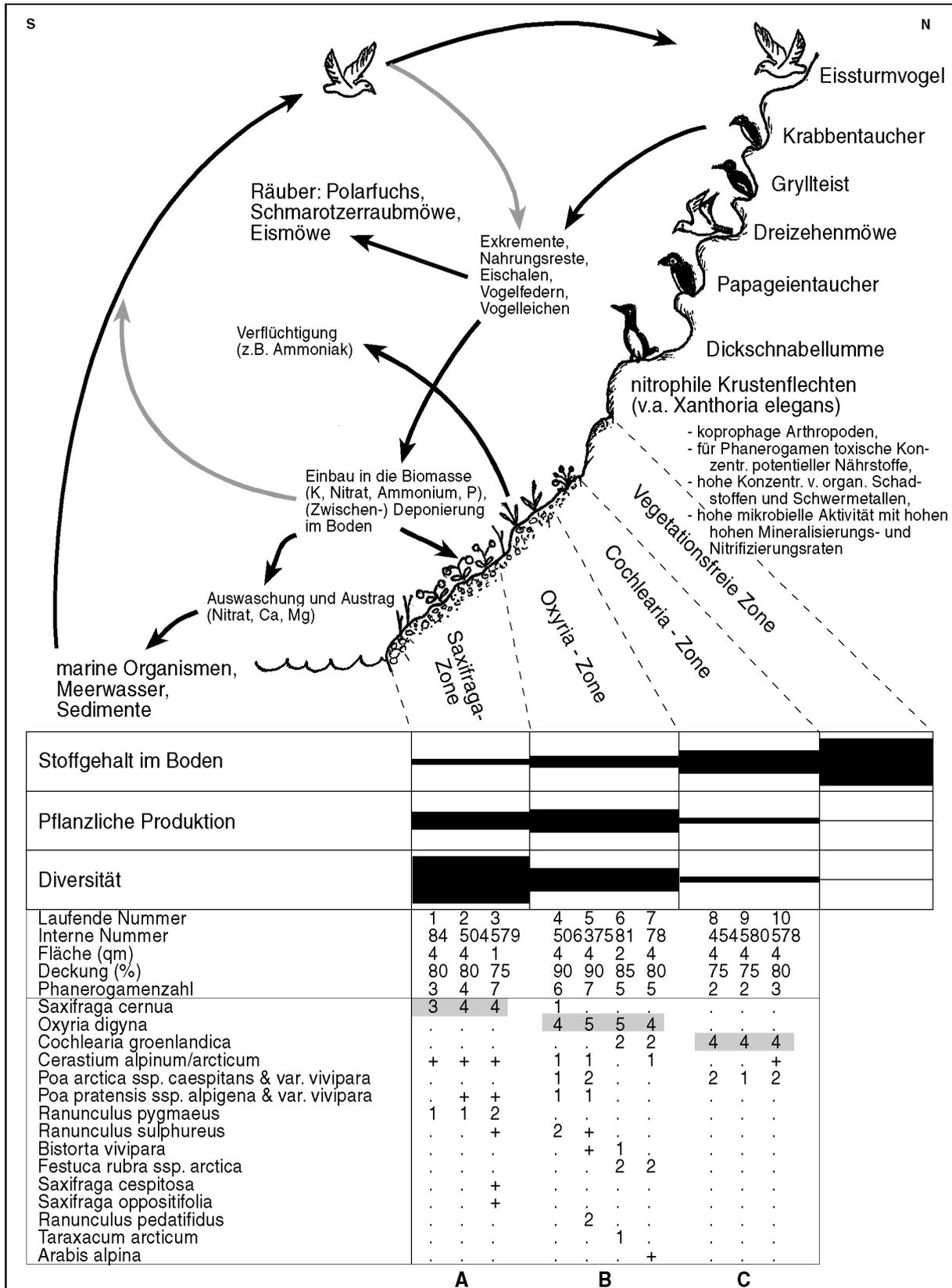


**Abb. 44:** Typische Lage einer Vogelrastplatzgesellschaft (*Brachythecium turgidum-Poa pratensis ssp. alpigena*-Gesellschaft) im Relief als Ergebnis der Funktion als Vogelaussichtsplatz.

### 6.7.1 Anmerkungen zur Vegetation der Vogelfelsen

In Abb. 45 ist ein idealisiertes Schema zur Vegetationszonierung und zu den ökofunktionalen Zusammenhängen an einem Vogelfelsen dargestellt. Es wird deutlich, daß die im Meer enthaltenen Nährstoffe von den Vogelfelsen-bewohnenden Seevögeln vor allem in Form von fünf verschiedenen Materialien auf die Flächen der terrestrischen Vegetation übertragen werden:

<sup>39</sup> EUROLA & HAKALA (1977) unterscheiden die Vogelfelsen noch weiter in reine Vogelkliffs, reine Blockschutthalden und einen kombinierten Subtyp der ersten beiden. Dies wird von den Autoren mit Unterschieden in der Bodenbildung und in der Verteilung des Nährstoffeintrags begründet.



Abbildungsgrundlage: Wüthrich & Thannheiser in Thannheiser (1996).

Zeichnung und Entwurf: Ingo Möller 1999.

**Abb. 45: Idealisertes Schema zur Vegetationszonierung und zu ökofunktionalen Zusammenhängen an Vogel-felsen in Nordwestspitzbergen (mit Beispielen vom "Lagoon cliff" im Liefdefjorden; A = Saxifraga cernua-Gesellschaft, B = Oxyria digyna-Gesellschaft, C = Cochlearia groenlandica-Gesellschaft).**

Durch Exkrementen (Fäkalien und Tropfen der nasalen Salzdrüsen), hochgewürgte Nahrungsreste, Eischalen, Federn und Vogelleichen. Die Fäkalien, insbesondere der Vogelkot, bilden dabei den mengenmäßig größten Nährstoffeintrag. Sie enthalten sehr große Mengen an Phosphor, Stickstoff, Kalium, Magnesium und Calcium, die den Gehalt in durchschnittlichen Tundraböden bei weitem übersteigen. Die Intensität des Nährstoffeintrags wird durch das Brutverhalten der Seevögel gesteuert (WÜTHRICH 1994).

Der Nährstoffeintrag ist direkt unterhalb der vogel-bewohnten Felswände zumeist derart groß, daß dort Konzentrationen erreicht werden, die eine Ansiedlung von höheren Pflanzenarten unmöglich machen. Hierzu tragen auch mechanische Einwirkungen durch herabfallendes Nistmaterial und Steine sowie eine Bodenverdichtung infolge von "Trampeleffekten" durch die Seevögel bei. In diesem als "vegetationsfreie Zone" bezeichneten Bereich vermag allein die Grünalge *Prasiola crispa* zu existieren. Sie ist auch von Vogelfelsen in Nordnorwegen und der Antarktis bekannt (MYRCHA & TATUR 1991).

Phanerogamen können in tieferen Zonen der Vogelfelsen erst dort gedeihen, wo der direkte Nährstoffeintrag bereits wesentlich geringer ist und die zusätzliche Nährstoffzufuhr über Oberflächen- und Hangzugwasser aus höheren Hangpartien keine toxischen Konzentrationen im Boden mehr verursacht. An die "vegetationsfreie Zone" schließt in solchen Fällen unmittelbar die "*Cochlearia*-Zone" an. In Abb. 45 ist der Phanerogamenbestand von drei Aufnahmen der zugehörigen und namensgebenden *Cochlearia groenlandica*-Gesellschaft vom "Lagoon cliff" (N-Liefdefjorden, zwischen Hanna- und Erikbreen) wiedergegeben.<sup>40</sup> Die sehr geringe durchschnittliche Artenzahl von 2,3 Phanerogamen pro Aufnahme weist deutlich auf die geringe Diversität dieser spezialisierten Gesellschaft infolge des hohen Nährstoffeintrags hin. Neben der dominierenden *Cochlearia groenlandica* ist *Poa arctica* ssp. *caespitans* als konstante Art mit geringen Deckungsgraden am Aufbau der Gesellschaft beteiligt. Die mittlere Vegetationsbedeckung erreicht 76,7 %.

In der nächst tieferen Zone, der "*Oxyria*-Zone", wird die *Cochlearia groenlandica*-Gesellschaft von einer dann dominierenden *Oxyria digyna*-Gesellschaft abgelöst. Da die Nährstoffgehalte bereits geringer sind, können in dieser Zone mehrere höhere Phanerogamenarten existieren, so daß die *Oxyria digyna*-Gesellschaft mit durchschnittlich 5,8 Sippen mehr als doppelt so viele höheren Pflanzenarten besitzt wie die *Cochlearia groenlandica*-Gesellschaft. Dennoch ist Diversität auch in dieser Zone noch sehr gering. Dagegen ist die Vegetationsbedeckung mit durchschnittlich 86,3 % sehr hoch. Im Bereich der *Oxyria digyna*-Gesellschaft ist der Gehalt an organischer Substanz und damit verbunden die Kationenaustauschkapazität der Böden bereits stark gegenüber der "*Cochlearia*-Zone" erhöht. Es ist deshalb anzunehmen, daß diese mittlere Hangzone zusammen mit der unteren Hangzone gleichzeitig die bedeutendste Filter- und Speicherzone für Nähr- und Schadstoffionen innerhalb der ornithogenen Tundra an Vogelfelsen ist (WÜTHRICH 1994).

Unterhalb der "*Oxyria*-Zone" schließt die sogenannte "*Saxifraga*-Zone" an, die ohne markante Grenze fließend in die sie umgebende, nicht-hypertrophierte Tundravegetation übergeht. Im konkreten Beispiel am "Lagoon cliff" im Liefdefjorden ist eine artenarme *Saxifraga cernua*-Gesellschaft die bezeichnende Pflanzengesellschaft der "*Saxifraga*-Zone". Sie erreicht einen Bedeckungswert von 78,3 %. Die Gesellschaft besitzt neben der namensgebenden Art auch noch *Cerastium arcticum* und *Ranunculus pygmaeus* als konstante Arten (s. Abb. 45). Die in der Abbildung dargestellte Zunahme der Diversität läßt sich nicht allein aus den Tabellen zum Idealprofil ableiten. Es ist vielmehr zu

---

<sup>40</sup> Komplette Vegetationsaufnahmen der Bestände können leider nicht aufgeführt werden, da die Kryptogamenproben ("Moostütchen") während einer stürmischen Schlauchbootfahrt über den Liefdefjorden zum Basislager der SPE-Expeditionen "über Bord gegangen sind".

berücksichtigen, daß in dieser Zone neben der *Saxifraga cernua*-Gesellschaft noch weitere Pflanzengemeinschaften vorkommen, beispielsweise die *Poa arctica ssp. caespitans*-Gesellschaft, die *Brachythecium turgidum-Festuca rubra ssp. arctica*-Gesellschaft und die *Brachythecium turgidum-Poa pratensis ssp. alpigena*-Gesellschaft (s.u.).

Die dargestellte, idealisierte Zonierung der Vegetation an Vogelfelsen ist letztlich eine Folge des angesprochenen Nährstoffgradienten. Das vorwiegend über den Vogeldung eingebrachte Phosphor ist dabei die wichtigste Inputgröße. Es gelangt im Sommer während der Brutzeit in die Böden der obersten Zonen. Im Anschluß daran sinkt die Phosphor-Konzentration erheblich ab, auch wenn es nach starken Niederschlägen hangabwärts transportiert wird. Vergleichbares gilt für Nitrat.<sup>41</sup> Als wichtige Pflanzennährstoffe bewirken beide ein üppiges Wachstum der artenarmen Vegetation. Die Gefäßpflanzen vermögen dabei die unausgewogene Hypertrophierung durch Phosphor besser auszugleichen als die Bryophyten (EUROLA & HAKALA 1977), was sich auch aus ihrer starken Dominanz in den oberen Zonen ableiten läßt. Dort, insbesondere in der "*Cochlearia*-Zone", ist eine Streßresistenz gegenüber den sehr hoch konzentrierten Nährstoffen für die Ausbildung der Pflanzengesellschaften von größerer Bedeutung als eine ausgeprägte Konkurrenzstärke.

### 6.7.2 Anmerkungen zur Vegetation der Vogelrastplätze

Gegenüber den Vogelfelsen zeigen die Vogelrastplätze und die Vogelinseln nur leicht erhöhte Nährstoffkonzentrationen im Verhältnis zur umgebenden Tundra. Der Düngung der Standorte kommt damit nicht mehr die beinahe allein bestimmende Bedeutung für die Vegetationsausprägung zu, sondern sie wird vielmehr zu einem (wichtigen) Standortfaktor unter mehreren anderen.

Mit der *Poa arctica ssp. caespitans*-Gesellschaft, der *Brachythecium turgidum-Festuca rubra ssp. arctica*-Gesellschaft, der *Brachythecium turgidum-Poa pratensis ssp. alpigena*-Gesellschaft und der *Puccinellia angustata ssp. palibinii*-Gesellschaft werden im folgenden vier Vogelrastplatzgesellschaften vorgestellt. Wie die Aufnahmen der zugehörigen Vegetationstabellen (Tab. 59 bis Tab. 62) belegen, sind von diesen Gesellschaften die ersten drei jedoch nicht auf Vogelrastplätze beschränkt, sondern existieren auch innerhalb der weniger gedüngten, unteren "*Saxifraga*-Zone" der Vogelfelsen. Lediglich die *Puccinellia angustata ssp. palibinii*-Gesellschaft wurde ausschließlich an Vogelrastplätzen vorgefunden. Allerdings nimmt sie wegen ihrer begrenzten Verbreitung eine gewisse Sonderstellung ein. Im Falle der aufgenommenen Bestände der *Puccinellia angustata ssp. palibinii*-Gesellschaft sind darüber hinaus Enten, wahrscheinlich Eiderenten, die verursachenden Vögel, während es bei allen anderen untersuchten Vogelrastplätzen die Schmarotzerraubmöwe ist.

Die Gesellschaften der Vogelrastplätze werden physiognomisch von den namensgebenden grasartigen Sippen dominiert und erreichen gewöhnlich hohe Deckungsgrade (Ausnahme: *Puccinellia angustata ssp. palibinii*-Gesellschaft). Generell ist eine höhere Artenvielfalt gegenüber den zuvor dargestellten Gesellschaften der Vogelfelsen zu registrieren, was als Folge der geringeren Nährstoffkonzentrationen anzusehen ist.

---

<sup>41</sup> Detaillierte Nährstoffanalysen vom Vogelfelsen "Lagoon cliff" im Liefdefjorden sind in WÜTHRICH (1994) und vom Vogelfelsen "Ankerfjellet" im St. Jonsfjorden in WÜTHRICH & THANNHEISER (im Druck) enthalten.

### 6.7.2.1 *Poa arctica* ssp. *caespitans* -Vogelrastplatzgesellschaft

Die *Poa arctica* ssp. *caespitans*-Gesellschaft (Tab. 59) kommt sowohl an Vogelrastplätzen als auch an Vogelfelsen vor. Die Standorte der Aufnahmen 82 und 87 in Tab. 59 stammen aus dem Bereich eines Vogelfelsens. Sie weisen mit 50 bzw. 60° eine beachtliche Neigung auf, während die Standorte der untersuchten Vogelrastplätze (Aufnahmen 340, 452 und 453) nahezu horizontal sind. Die Gesellschaft weist von den vier Vogelrastplatz-Gesellschaften wahrscheinlich die höchsten Nährstoffkonzentrationen auf, was aus der Lage der Bestände, die an Vogelfelsen aufgenommen wurden, abgeleitet wird. An den Hängen reichen die Bestände der Gesellschaft nämlich bis nahe an die "Oxyria-Zone" heran, wo sie in leichten Mulden- oder Kessellagen zu finden sind. In physiognomischer Hinsicht wird die *Poa arctica* ssp. *caespitans*-Gesellschaft von den Phanerogamen bestimmt, von denen die namensgebende Sippe dominiert. Dennoch ist eine Moosschicht stets vorhanden, und *Drepanocladus uncinatus* kann sogar höhere Deckungsgrade durch die Ausbildung größerer Flecken erreichen. Die durchschnittliche Bedeckung beträgt 84 %. Neben *Poa arctica* ssp. *caespitans* sind *Cochlearia groenlandica* sowie die Moose *Drepanocladus uncinatus* und *Ditrichum flexicaule* konstante Arten der Gesellschaft. Sie werden durch eine Reihe schwach konstanter Arten ergänzt: *Taraxacum brachyceras*, *Oxyria digyna*, *Cerastium arcticum/alpinum* und *Tortula ruralis*. Mit durchschnittlich 13,6 Arten pro Vegetationsaufnahme, davon 8,6 Phanerogamen, ist die Gesellschaft zwar nicht artenreich, weist aber eine gesteigerte Diversität gegenüber den Gesellschaften, die zur Idealzonierung eines Vogelfelsens gehören, auf.

**Tab. 59: *Poa arctica* ssp. *caespitans*-Vogelrastplatz-Gesellschaft.**

Laufende Nummer	1	2	3	4	5
Interne Nummer	452	453	87	82	340
Fläche (m <sup>2</sup> )	4	4	4	2	2
Deckung (%)	90	80	90	95	65
Artenzahl	13	13	15	12	15
<i>Poa arctica</i> ssp. <i>caespitans</i> / var. <i>vivipara</i>	5	5	4	5	3
<i>Cochlearia groenlandica</i>	1	2	1	1	3
<i>Taraxacum brachyceras</i>	2	2	+	1	.
<i>Oxyria digyna</i>	1	1	2	1	.
<i>Cerastium arcticum</i> / <i>alpinum</i>	1	1	2	1	.
<i>Saxifraga cernua</i>	1	1	1	.	.
<i>Festuca rubra</i> ssp. <i>arctica</i>	.	+	2	2	.
<i>Stellaria longipes</i>	.	.	1	2	2
<i>Salix polaris</i>	.	.	2	+	1
<i>Potentilla chamissonis</i>	+	+	.	.	.
<i>Ranunculus sulphureus</i>	.	.	+	+	.
<i>Bistorta vivipara</i>	.	.	.	1	+
<i>Ranunculus pygmaeus</i>	.	.	1	.	.
<i>Drepanocladus uncinatus</i>	4	3	4	2	4
<i>Ditrichum flexicaule</i>	1	1	2	2	2
<i>Tortula ruralis</i>	1	1	1	.	1
<i>Bryum spec.</i>	1	1	.	.	2
<i>Hypnum revolutum</i>	1	1	.	.	.
<i>Campyllum stellatum</i>	.	.	.	.	2
<i>Timmia austriaca</i>	.	.	.	.	2
<i>Dicranum elongatum</i>	.	.	.	.	1

Einmalige Vorkommen mit geringer Deckung (+): 452: *Plagiomnium ellipticum*; 87: *Draba arctica*; 340: *Equisetum scirpoides*, *Hylocomium splendens*, Krustenflechten.

Lokalitäten: 452: Fußfläche Wulfberget (N\_Liefdefjord); 82 u. 87: "Lagoon cliff" (N-Liefdefj.); 453: Kvikkåa; 340: S-Roosflya.

### 6.7.2.2 *Brachythecium turgidum*-*Festuca rubra* ssp. *arctica*-Vogelrastplatzgesellschaft

Die *Brachythecium turgidum*-*Festuca rubra* ssp. *arctica*-Gesellschaft ist mit 16,0 Arten im Mittel etwas artenreicher als die *Poa arctica* ssp. *caespitans*-Gesellschaft. Die Zunahme der Diversität geht auf ein Ansteigen der Kryptogamenarten zurück (vgl. Tab. 60). Dennoch bestimmen die Phanerogamen deutlich die Vegetationsstruktur, insbesondere *Festuca rubra* ssp. *arctica*. Von den Kryptogamenarten nimmt keine eine herausragend dominierende Stellung ein. *Brachythecium turgidum* ist jedoch stets mit Deckungsgraden um 20 % vertreten. Die mittlere Vegetationsbedeckung erreicht mit 76,0 % nicht ganz den hohen Wert der *Poa arctica* ssp. *caespitans*-Gesellschaft (84 %). Konstante Arten der Gesellschaft sind *Festuca rubra* ssp. *arctica*, *Cerastium arcticum/alpinum*, *Brachythecium turgidum*, *Bryum spec.* und *Tortula ruralis*. Darüber hinaus sind *Saxifraga cernua*, *Bistorta vivipara*, *Campylium stellatum* und *Ditrichum flexicaule* schwach konstant.

**Tab. 60: *Brachythecium turgidum*-*Festuca rubra* ssp. *arctica*-Vogelrastplatzgesellschaft.**

Laufende Nummer	1	2	3	4	5
Interne Nummer	451	79	83	245	51
Fläche (m <sup>2</sup> )	4	4	4	2	4
Deckung (%)	90	80	70	80	60
Artenzahl	16	13	12	17	22
<i>Festuca rubra</i> ssp. <i>arctica</i>	5	5	4	4	3
<i>Cerastium arcticum</i> / <i>alpinum</i>	1	1	2	2	1
<i>Saxifraga cernua</i>	+	.	1	1	1
<i>Bistorta vivipara</i>	1	1	.	+	2
<i>Salix polaris</i>	.	.	2	1	2
<i>Stellaria longipes</i>	.	.	+	2	1
<i>Potentilla chamissonis</i>	2	1	.	.	.
<i>Oxyria digyna</i>	1	1	.	.	.
<i>Poa arctica</i> ssp. <i>caespitans</i> / var. <i>vivipara</i>	.	.	.	2	2
<i>Luzula arcuata</i> ssp. <i>confusa</i>	.	.	.	1	2
<i>Poa alpina</i> var. <i>alpina</i> & var. <i>vivipara</i>	1	.	.	.	.
<i>Taraxacum brachyceras</i>	1	.	.	.	.
<i>Taraxacum arcticum</i>	.	1	.	.	.
<i>Ranunculus sulphureus</i>	.	.	1	.	.
<i>Saxifraga oppositifolia</i>	.	.	.	1	.
<i>Luzula arctica</i>	.	.	.	.	2
<i>Dryas octopetala</i>	.	.	.	.	1
<i>Brachythecium turgidum</i>	2	2	2	2	2
<i>Bryum spec.</i>	2	+	1	3	+
<i>Tortula ruralis</i>	+	1	1	+	+
<i>Campylium stellatum</i>	1	1	+	1	.
<i>Ditrichum flexicaule</i>	+	1	2	.	1
<i>Drepanocladus uncinatus</i>	2	+	2	.	.
<i>Polytrichum alpinum</i>	+	.	.	.	1
<i>Timmia austriaca</i>	.	.	.	3	2
<i>Dicranum elongatum</i>	.	.	.	2	2
<i>Hylocomium splendens</i>	.	.	.	1	1
<i>Cladonia spec.</i>	.	2	.	.	.
Krustenflechten	.	.	.	.	2
<i>Hypnum revolutum</i>	.	.	.	.	1

Einmalige Vorkommen mit geringer Deckung (+): 451: *Bryum nitidulum*, 245: *Papaver dahlianum*, 51: *Draba corymbosa*, *Equisetum arvense* ssp. *boreale*.

Lokalitäten: 79 u. 451: "Lagoon cliff" (N-Liefdefj.); 51, 83 u. 245: Brotfjellet (Liefdefj.).

Die Standorte der Aufnahmen von Vogelrastplätzen (Nr. 51, 83 und 245 in Tab. 60) weisen eine nahezu horizontale und ebene Oberfläche auf. Die Aufnahmeflächen aus dem Bereich von Vogelfelsen (Nr. 79 und 451) sind dagegen 35° in südliche Richtung geneigt, also nicht so steil wie die der *Poa arctica* ssp. *caespitans*-Gesellschaft. Innerhalb der "*Saxifraga*-Zone" von Vogelfelsen

liegen die Wuchsorte der *Brachythecium turgidum-Festuca rubra ssp. arctica*-Gesellschaft unterhalb der *Poa arctica ssp. caespitans*-Gesellschaft, was generell etwas geringere Nährstoffkonzentrationen vermuten läßt. Der Hauptwurzelhorizont der *Brachythecium turgidum-Festuca rubra ssp. arctica*-Gesellschaft befindet sich in einem feinerdereichem, lehmigem Substrat mit sehr wenig Grobanteil, das einen gefestigten Gesteinsschutt überlagert. Selbst im Spätsommer ist es noch gut durchfeuchtet, wobei es durch laterales Hangzugwasser beeinflusst wird.

Die *Brachythecium turgidum-Festuca rubra ssp. arctica*-Vogelrastplatzgesellschaft besitzt viele floristische Gemeinsamkeiten mit der *Festuca rubra ssp. arctica*-Gesellschaft der Fleckentundra (s. Kap. 6.4.10). Unterschiedliche konstante Arten und insgesamt eine Verschiebung der Artmächtigkeiten zwischen den Gesellschaften machen eine soziologische Trennung jedoch gut möglich. In systematischer Hinsicht wird die Trennung der beiden Gesellschaften auf einem Niveau unterhalb der Assoziation gesehen. Insofern wäre von einer *Festuca rubra ssp. arctica*-Gesellschaft zu sprechen, die eine Typische Ausbildung innerhalb des Vegetationstyps Fleckentundra und eine ornithogene Ausbildung von *Brachythecium turgidum* innerhalb des Typs der Vogelrastplätze besitzt. Beide Ausbildungen besitzen eine Reihe von Präferenzarten, von denen folgend einige aufgezählt werden; für die Typische Ausbildung u.a. *Oxyria digyna*, *Saxifraga oppositifolia*, *Cerastium regelii*, *Tomenthypnum nitens*, *Polytrichum alpinum* und Krustenflechten, für die Ausbildung von *Brachythecium turgidum* u.a. die namensgebende Art sowie *Poa arctica ssp. caespitans*, *Potentilla chamissonis*, *Tortula ruralis* und *Timmia austriaca*.

### 6.7.2.3 *Brachythecium turgidum-Poa pratensis ssp. alpigena*-Vogelrastplatzgesellschaft

Im Falle der *Brachythecium turgidum-Poa pratensis ssp. alpigena*-Gesellschaft stammen zwei der vier Vegetationsaufnahmen von Vogelrastplätzen (Nr. 152 und 577 in Tab. 61) und zwei aus der "Saxifraga-Zone" von Vogelfelsen (Nr. 80 und 455).

Konstante Arten der Gesellschaft sind die namensgebenden *Poa pratensis ssp. alpigena*, *Brachythecium turgidum* sowie *Drepanocladus uncinatus* und *Bryum spec.* Neben diesen sind *Oxyria digyna*, *Bistorta vivipara*, *Salix polaris* und das Moos *Tortula ruralis* schwach konstant. Höhere Deckungsgrade erreicht aber nur *Poa pratensis ssp. alpigena*. Die Vegetationsbedeckung schwankt in weiten Grenzen zwischen 55 und 90 %, mit 80 % im Mittel. Mit durchschnittlich 14,0 Arten liegt die Gesellschaft bezüglich der Diversität auf dem Niveau der *Poa arctica ssp. caespitans*-Gesellschaft. Allerdings fallen innerhalb der *Brachythecium turgidum-Poa pratensis ssp. alpigena*-Gesellschaft Unterschiede zwischen den Beständen von Vogelfelsen und solchen von Vogelrastplätzen auf. Denn die Bestände der Vogelrastplätze besitzen im Durchschnitt 16 Sippen pro Vegetationsaufnahme und die der Vogelfelsen lediglich 12. Der Unterschied ist insbesondere eine Folge des Rückgangs der Bryophyten.

Die *Brachythecium turgidum-Poa pratensis ssp. alpigena*-Gesellschaft scheint von den drei bislang erläuterten Vogelrastplatzgesellschaften die geringste Nährstoffzufuhr zu erhalten. So liegt die Gesellschaft innerhalb der "Saxifraga-Zone" von Vogelfelsen auch unterhalb der *Brachythecium turgidum-Festuca rubra ssp. arctica*-Gesellschaft. Wie diese besiedelt die *Brachythecium turgidum-Poa pratensis ssp. alpigena*-Gesellschaft feinerdereiche und lange feuchte Standorte. Das Substrat enthält allerdings einen größeren Anteil an Grobmaterial.

**Tab. 61: Brachytecium turgidum-Poa pratensis ssp. alpigena-Vogelrastplatzgesellschaft.**

Laufende Nummer	1	2	3	4
Interne Nummer	80	455	577	152
Fläche (m <sup>2</sup> )	4	4	1	1
Deckung (%)	90	55	85	90
Artenzahl	10	14	16	16
<i>Poa pratensis</i> ssp. <i>alpigena</i> & var. <i>vivipara</i>	4	3	4	4
<i>Saxifraga cernua</i>	2	+	1	.
<i>Oxyria digyna</i>	1	1	1	.
<i>Bistorta vivipara</i>	.	2	2	3
<i>Salix polaris</i>	.	1	1	1
<i>Cerastium arcticum</i> / <i>alpinum</i>	1	2	.	.
<i>Stellaria longipes</i>	.	.	1	2
<i>Taraxacum arcticum</i>	2	.	.	.
<i>Festuca rubra</i> ssp. <i>arctica</i>	1	.	.	.
<i>Erigeron humilis</i>	.	3	.	.
<i>Trisetum spicatum</i>	.	2	.	.
<i>Brachytecium turgidum</i>	2	2	3	2
<i>Drepanocladus unicus</i>	2	1	1	1
<i>Bryum spec.</i>	+	+	1	1
<i>Tortula ruralis</i>	+	1	1	.
<i>Dicranum angustum</i>	.	.	2	3
<i>Tomenthypnum nitens</i>	.	.	2	3
<i>Dicranum elongatum</i>	.	.	1	3
<i>Ditrichum flexicaule</i>	.	.	+	2
<i>Aulacomnium palustre</i>	.	.	+	1
<i>Campylium stellatum</i>	.	.	+	1
<i>Polytrichum hyperboreum</i>	.	.	.	1

Einmalige Vorkommen mit geringer Deckung (+): 455: *Draba arctica*, *Draba nivalis*; 152: *Orthotrichum spec.*, *Cladonia pyxidata*.

Lokalitäten: 80 u. 455: "Lagoon cliff" (N-Liefdefj.); 152 u. 577: Kvikkåa (Liefdefj.).

#### 6.7.2.4 *Puccinellia angustata* ssp. *palibinii*-Vogelrastplatzgesellschaft

Gegenüber den drei zuvor dargestellten Vogelrastplatzgesellschaften nimmt die *Puccinellia angustata* ssp. *palibinii*-Gesellschaft eine gewisse Sonderstellung ein, weil sie tatsächlich nur als Vogelrastplatz-Gesellschaft angetroffen werden konnte und dabei keinen charakteristischen Torfhügel besiedelt oder selbst aufbaut (/bisher aufgebaut hat?). Außerdem ist sie wahrscheinlich nur im Bereich der warmen Quellen Trollkjeldene im Bockfjorden vorhanden, von wo *Puccinellia angustata* ssp. *palibinii* 1994 von ELVEBAKK ET AL. als neue Art für Spitzbergen beschrieben wurde. Die Sippe ist somit nach Nowaja Semlja und Franz-Joseph-Land auch aus Svalbard bekannt.

Neben *Puccinellia angustata* ssp. *palibinii* sind in Spitzbergen vier weitere Arten auf den Gunstrum im Bockfjorden beschränkt: *Carex capillaris*, *Euphrasia frigida*, *Botrychium lunaria* und *Sibbaldia procumbens* (s. Kap. 5.4 und dortige Fußnote zu *Euphrasia frigida*). Für diese vier Arten wird bislang angenommen, daß es sich bei ihren Beständen im Bockfjorden um Relikte aus einer postglazialen Warmzeit handelt. Da *Puccinellia angustata* ssp. *palibinii* jedoch nicht zu den thermophilen Pflanzenarten in Spitzbergen zu zählen ist (ELVEBAKK ET AL. 1994), scheidet diese Erklärung für ihr Auftreten aus. Demgegenüber ist ein Einbringen der Sippe durch Vögel als wahrscheinlich anzusehen (long distance dispersal). Neben dem Vorkommen innerhalb einer eigenständigen Vogelrastplatz-gesellschaft, die in Tab. 62 wiedergegeben ist, ist ein weiteres Bestandsvorkommen von *Puccinellia angustata* ssp. *palibinii* auch auf trockenen, lehmigen Oberflächen in direkter Nachbarschaft der warmen Quellen zu finden (vgl. ELVEBAKK ET AL. 1994).

**Tab. 62: *Puccinellia angustata* ssp. *palibinii*-  
Vogelrastplatzgesellschaft.**

Laufende Nummer	23	24	25
Interne Nummer	252	253	251
Fläche (m <sup>2</sup> )	1	1	1
Deckung (%)	70	60	70
Artenzahl	6	7	9
<i>Puccinellia angustata</i> ssp. <i>palibinii</i>	4	4	4
<i>Potentilla rubricaulis</i>	2	2	2
<i>Poa pratensis</i> ssp. <i>alpigena</i> & var. <i>vivipara</i>	1	1	2
<i>Taraxacum arcticum</i>	.	.	1
<i>Draba arctica</i>	.	.	1
<i>Ditrichum flexicaule</i>	2	1	2
Krustenflechten	1	1	2
<i>Bryum spec.</i>	+	2	1
<i>Tortula ruralis</i>	.	1	.
<i>Polytrichum alpinum</i>	.	.	+

Lokalitäten: Trollkjeldene (Bockfj.).

#### 6.2.4.5 Weitere Vogelrastplatzgesellschaften

Im Gegensatz zu den zuvor beschriebenen Pflanzengesellschaften der Vogelrastplätze stellt sich die floristische Zusammensetzung der Vogelrastplätze an der Eidembukta in Westspitzbergen vollkommen anders dar, obwohl beispielsweise charakteristische Vogelrastplatzmerkmale wie der Aufbau eines markanten Torfhügels vorhanden sind. Aus Tab. 63 geht hervor, daß sich die Vogelrastplatzgesellschaften an der Eidembukta keiner der beschriebenen Gesellschaften (*Poa arctica* ssp. *caespitans*-, *Brachythecium turgidum*-*Festuca rubra* ssp. *arctica*-, *Brachythecium turgidum*-*Poa pratensis* ssp. *alpigena*- und *Puccinellia angustata* ssp. *palibinii*-Gesellschaft) zuordnen lassen.

Sie werden vielmehr stark von Pflanzenarten der umgebenden "gewöhnlichen" Tundravegetation bestimmt. Die bisher beschriebenen Vogelrastplatzgesellschaften, die in ihrer gesamten Konstellation innerhalb des Naturraumes Spitzbergens auf die eutrophierte Tundra beschränkt sind, kommen nicht vor.

Vielmehr sind die Vegetationsaufnahmen mit der laufenden Nummer 1 - 3 in Tab. 63 dem **Salicetum polaris drepanocladetosum uncinati (Fragmentarische Variante, s. Kap. 6.5.4)** und die Aufnahmen 4 - 6 dem **Tomenthypnetum involuti** (Kap. 6.3.2) anzuschließen. Die Aufnahmen 7 - 9 zeigen schließlich sehr schwach charakterisierte und differenzierte Bestände, die hier nicht weiter zugeordnet werden sollen.

Ein Grund für die Andersartigkeit der Vogelrastplatzgesellschaften an der Eidembukta mag grundsätzlich darin liegen, daß sich das Untersuchungsgebiet in der für den Pflanzenwuchs ungünstigen Nördlichen Arktischen Tundrenzone befindet, während sämtliche Aufnahmeflächen der vorherigen Gesellschaften in der Mittleren Arktischen Tundrenzone bzw. in der klimatisch begünstigten Inneren Arktischen Fjordzone liegen. Die wichtigste Ursache für die differierende Artenzusammensetzung der Vogelrastplatzgesellschaften an der Eidembukta wird allerdings in einem geringeren Nährstoff-Input liegen. Aufgrund einer geringeren Intensität ist die Trophierung der Vogelrastplatzstandorte somit nicht mehr der bedeutendste Standortfaktor für die Vegetationszusammensetzung, sondern weitere Faktoren wie z.B. der winterliche Schneeschutz und der Einfluß von Schneeschmelzwasser haben eine mindestens ebenso große Bedeutung.

Tab. 63: Vegetation der Vogelrastplätze an der Eidembukta.

Laufende Nummer	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Interne Nummer	630	631	632	612	613	614	610	609	608
Fläche (m <sup>2</sup> )	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Deckung (%)	80	75	80	100	90	90	80	75	85
Artenzahl	14	15	15	14	16	17	15	22	24
<i>Cerastium alpinum / arcticum</i>	2	1	1	2	1	1	1	+	+
<i>Salix polaris</i>	2	+	.	2	2	2	2	2	2
<i>Stellaria longipes</i>	+	+	+	.	+	+	+	1	1
<i>Poa alpina</i> var. <i>alpina</i> / var. <i>vivipara</i>	1	1	2	.	.	1	2	3	2
<i>Saxifraga cernua</i>	+	+	+	.	.	+	1	+	+
<i>Oxyria digyna</i>	.	.	1	2	2	1	+	1	1
<i>Saxifraga hyperborea</i>	+	1	1	.	.	.	2	.	+
<i>Cochlearia groenlandica</i>	.	+	+	.	.	.	3	1	2
<i>Luzula arcuata</i> ssp. <i>confusa</i>	.	.	.	1	2	1	.	+	.
<i>Saxifraga cespitosa</i>	.	.	.	.	1	+	.	1	2
<i>Saxifraga oppositifolia</i>	.	.	.	1	2	.	.	.	2
<i>Saxifraga nivalis</i>	.	.	.	.	.	.	+	+	+
<i>Bistorta vivipara</i>	.	.	.	.	.	.	.	2	1
<i>Drepanocladus unicus</i>	5	4	4	+	+	2	2	.	1
<i>Tomenthypnum nitens</i>	.	1	1	5	5	5	.	+	.
<i>Polytrichum alpinum</i>	1	2	+	.	1	.	2	+	2
<i>Pleurozium schreberi</i>	+	+	.	2	3	+	2	.	1
<i>Bryum spec.</i>	.	.	1	2	1	+	1	2	+
<i>Tortula ruralis</i>	2	.	.	.	1	2	2	2	2
<i>Hylocomium splendens</i>	2	.	.	2	2	1	2	.	.
<i>Drepanocladus revolvens</i>	2	.	1	.	.	.	.	2	2
<i>Dicranum spec.</i>	+	2	.	.	.	.	.	1	.
<i>Thamnia vermicularis</i>	.	+	.	+	.	+	.	.	.
<i>Cetraria islandica</i>	.	1	.	.	+	.	.	+	.
<i>Ditrichum flexicaule</i>	1	.	1	.	.	.	.	.	.
<i>Cladonia pyxidata</i>	.	+	.	.	.	.	.	+	.
<i>Polytrichum juniperinum</i>	.	.	.	+	.	.	.	.	+
<i>Cetraria nivalis</i>	.	.	.	.	+	+	.	.	.
<i>Oncophorus wahlenbergii</i>	.	.	.	.	.	+	.	2	.
Krustenflechten	.	.	.	.	.	.	.	2	2
<i>Tortella tortuosa</i>	.	.	1	.	.	.	.	.	.
<i>Bryum nitidulum</i>	.	.	.	2	.	.	.	.	.
<i>Bryum rutilans</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	1
<i>Distichium capillaceum</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	1

Einmalige Vorkommen mit geringer Deckung (+): 632: *Pohlia cruda*; 612: *Draba oxycarpa*; 608: *Minuartia rubella*, *Alectoria nigricans*.

Lokalitäten: Eidembukta (Forlandsund.).

### 6.7.2.6 Zusammenfassung Vegetation der Vogelfelsen und Vogelrastplätze

Mit den hier vorgestellten Pflanzengesellschaften konnten einige charakteristische Pflanzengesellschaften der Vogelfelsen- und Vogelrastplatzvegetation erläutert werden. Dabei handelt es sich wohl auch um die häufigsten Pflanzengesellschaften dieses Vegetationstyps. Zur besseren Übersicht sind sie nocheinmal in einer Stetigkeitstabelle (Tab. A6 im Anhang) zusammengefaßt und gegenüber gestellt.

Das Beispiel der Vogelrastplätze an der Eidembukta zeigt nicht nur die Vielfalt der Vegetation der ornithogenen Tundra, sondern gestattet auch eine wichtige allgemeingültige Schlußfolgerung zum Standortfaktor "ornithogener Nährstoffeintrag". Der zusätzliche Nährstoffeintrag auf die Pflanzengesellschaften ist nämlich nicht als Standortfaktor zu verstehen, der alle anderen Faktoren überlagert und bedeutungslos werden läßt. Die Nährstoffzufuhr ist eher ein Standortfaktor unter vielen anderen, der sich je nach Intensität mehr oder weniger stark ausdrückt und auf die Artenzusammensetzung der Pflanzengesellschaften der ornithogenen Tundra wirkt. Bei großer Intensität (= hohe Nährstoffkonzentration) werden alle anderen Standortfaktoren quasi unterdrückt, so daß artenarme Pflanzengesellschaften mit einem monokulturellen Gepräge entstehen (vgl. die Gesellschaften der oberen

Zonen an Vogelfelsen). Bei geringerer Intensität (= niedrige Nährstoffkonzentration) können sich die übrigen Standortfaktoren dagegen stark bis voll in ihrer Wirkung entfalten (vgl. Vogelrastplatzgesellschaften an der Eidembukta). In solchen Fällen entstehen Pflanzengesellschaften mit einer höheren Artenvielfalt, die sich floristisch nur noch wenig von der umgebenden Tundravegetation absetzen. Wie stark bereits ein geringer zusätzlicher Nährstoff-Input auf die Pflanzengesellschaften wirkt, zeigt sich gut an den Vogelrastplatzgesellschaften an der Eidembukta. Deren durchschnittliche Gesamt-Phytomasse ist nämlich mit rund 3179 g m<sup>-2</sup> mehr als doppelt so groß wie die der zweitproduktivsten Gesellschaft, dem **Salicetum polaris drepanocladetosum uncinati** mit 1501 g m<sup>-2</sup>. (s.a. Kap. 6.5.4, vgl. THANNHEISER, MÖLLER & WÜTHRICH 1998).

Weitere, konkrete pflanzensoziologische Informationen mit Vegetationstabellen zum Vegetationstyp der ornithogenen Tundra in Svalbard finden sich derzeit nur in den Studien von EUROLA & HAKALA (1977) und HARTMANN (1980). HARTMANN (a.a.O.) unterscheidet nach Untersuchungen am Nordwest-Abhang des Platåbergets zwischen Hotelneset und Bjørndalen (östlich Longyearbyen) sowie eines Abhangs zwischen Nöisdalen und Tempelfjord zwei Gesellschaften, die seiner Meinung nach wahrscheinlich als Assoziationen anzusehen sind: Eine *Poa alpigena-Alopecurus alpinus*-Gesellschaft auf karbonatfreien Sandsteinen (Platåberget) und eine *Poa pratensis-Festuca rubra*-Gesellschaft auf Karbonatgestein. ELVEBAKK (1995) weist darauf hin, daß es sich bei den *Poa*-Arten beidesmal um *Poa pratensis* ssp. *alpigena* handelt, was für die Bestände am Platåberget nach eigener Anschauung bestätigt werden kann. Beide Gesellschaften zeigen floristische Affinitäten zur oben dargestellten *Brachythecium turgidum-Poa pratensis* ssp. *alpigena*-Gesellschaft und zur *Brachythecium turgidum-Festuca rubra* ssp. *arctica*-Gesellschaft. Darüber hinaus führt HARTMANN (1980) das **Cerastio-Saxifragion cernuae** all. prov. als pflanzensoziologischen Verband für die Pflanzengesellschaft der ornithogenen Tundra ein. Dieser Verband läßt sich der Umschreibung zufolge allerdings problemlos dem Verband **Saxifrago stellaris-Oxyrion digynae** Gjørev. 1950 anschließen (vgl. DIERSSEN 1992 und 1996). Die zugehörige Ordnung ist das **Androsacetalia alpinae** Br.-Bl. ap. Br.-Bl. & Jenny 1926, die Klasse das **Thlaspietea rotundifolii** Br.-Bl., Emb. & Mol. 1947. Dem **Saxifrago stellaris-Oxyrion digynae** kann auch die *Cerastio-Saxifraga cernua*-Gesellschaft, die HOFMANN (1968) mit einer unvollständigen Artenliste aus dem Fremansundet-Gebiet erwähnt, unterstellt werden. Diese Gesellschaft weist Gemeinsamkeiten mit der hier beschriebenen *Saxifraga cernua*-Gesellschaft aus dem unteren Hangbereich der Vogelfelsen auf. Es handelt sich dabei um eine Gesellschaft, die einer stärkeren Düngung unterliegt als die Gesellschaften von HARTMANN (1980).

In ihrer pflanzensoziologischen Studie von neun Vogelfelsen Spitzbergens und Nordaustlandets verwenden EUROLA & HAKALA (1977) die Bezeichnung "*Oxyria digyna-Cochlearia officinalis*-community" als Oberbegriff für die Vegetation von Vogelfelsen. Es ist davon auszugehen, daß mit *Cochlearia officinalis* das hier häufig genannte *Cochlearia groenlandica* gemeint ist. EUROLA & HAKALA (a.a.O.) untergliedern ihren Vegetationstyp zwar weiter, die Einheiten bleiben aber schwer vergleichbar, da sie aus der Bearbeitung von Transekten ermittelt wurden. Dadurch kommt es zur Vermengung floristisch deutlich trennbarer Grundeinheiten. Dies zeigt sich bereits an ihrem Oberbegriff "*Oxyria digyna-Cochlearia officinalis*-community", bei dem die namensgebenden Arten allgemein für unterschiedliche Zonen an Vogelfelsen anerkannt sind und in dieser Arbeit zwei verschiedene Gesellschaften durch sie charakterisiert werden (*Cochlearia groenlandica*-Gesellschaft und *Oxyria digyna*-Gesellschaft). Aus diesem Grunde wird die Verwendung des Oberbegriffs von EUROLA & HAKALA (a.a.O.) für die Vegetation der ornithogenen Tundra abgelehnt.

Einige zusätzliche Informationen zur Vegetation der ornithogenen Tundra Svalbards finden sich über die genannten Publikationen hinaus in einigen Arbeiten mit regionalem, floristisch-taxonomischem oder ökologischem Schwerpunkt. Darin sind teilweise auch Artenlisten enthalten. Exemplarisch seien hier die Veröffentlichungen von SUMMERHAYES & ELTON (1923 und 1928), SCHOLANDER (1934),

MICHELMORE (1934), NELSON (1968), ELVEN ET AL. (1990), ODASZ (1994) und WÜTHRICH (1994) genannt.

Die floristisch-soziologische Untersuchung der Vegetation an Vogelfelsen und Vogelrastplätzen kann noch längst nicht als abgeschlossen gelten. Bislang existieren nur wenige Arbeiten zu diesem Vegetationstyp. Trotz einiger Ansätze, zu denen auch dieses Kapitel zu zählen ist, fehlt eine vollständige, systematische Studie zur Pflanzensoziologie der ornithogenen Tundra. Hierüber würden mit Sicherheit weitere, eigenständige Pflanzengesellschaften erarbeitet und ökologische Zusammenhänge beispielsweise entlang des Nährstoffgradienten noch besser belegt werden können.

## 6.8 Regionaler Exkurs: Gefäßpflanzenflora und Vegetation des inneren Woodfjorden

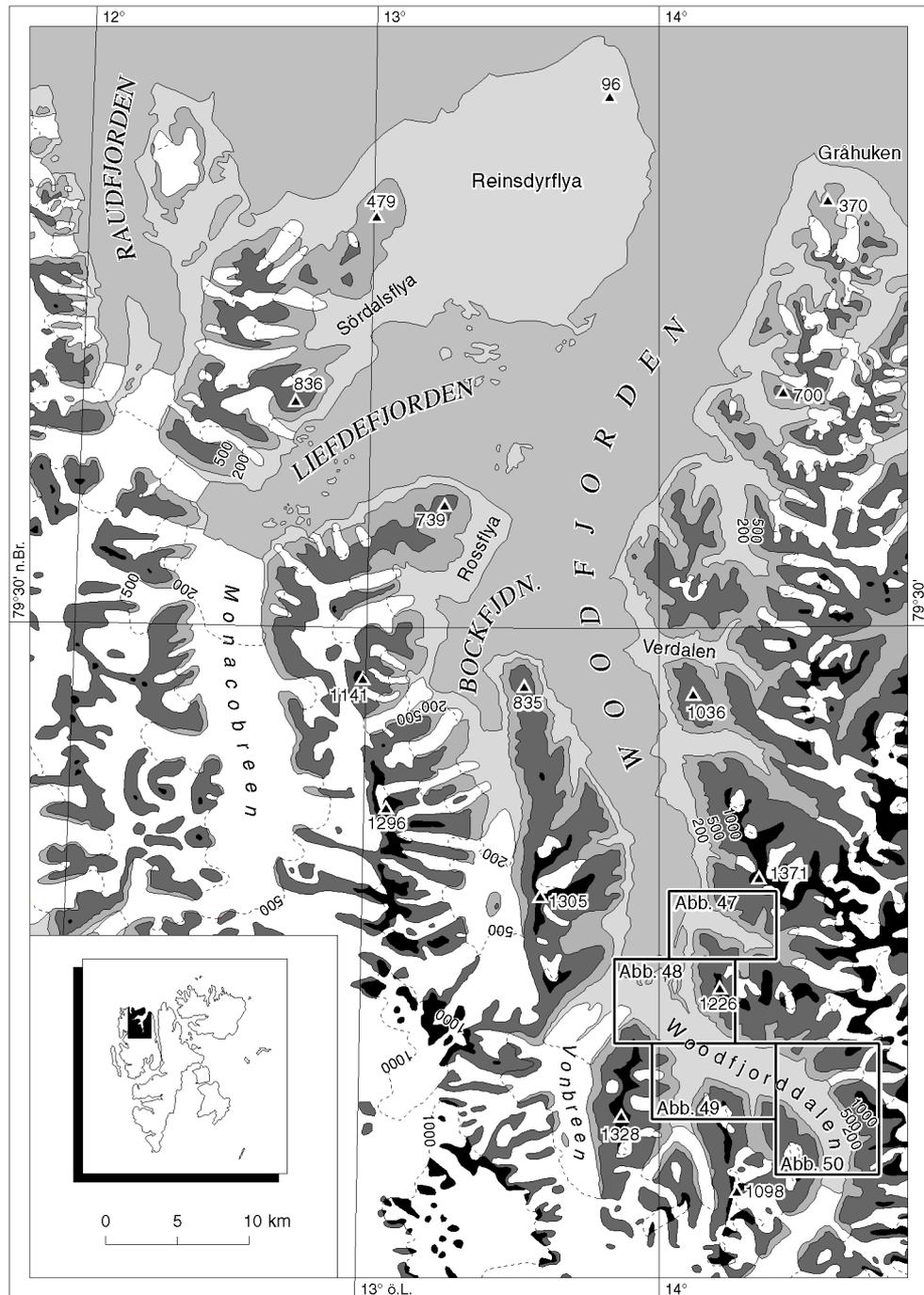
Sehr viele regionale Erkenntnisse zur Flora und Vegetation der Schwerpunktgebiete innerhalb des Untersuchungsraumes Nordwestspitzbergen sind bereits veröffentlicht. THANNHEISER (1992) stellt die Vegetation der Germanialhalvøya südlich des Liefdefjorden ausführlich dar. Die von ihm aufgestellten und kartographisch festgehaltenen Phytozönosen lassen sich sehr gut den in den vorangegangenen Kapiteln dargestellten Vegetationseinheiten anschließen. Leider sind die Pflanzengesellschaften in der genannten Arbeit aber nicht durch Vegetationstabellen belegt. Darüber hinaus bearbeitete THANNHEISER (1994) einen Teil dieses Untersuchungsgebietes mit der synsoziologischen Arbeitsmethode und vermittelt damit einen guten Überblick zum Vegetationswandel vom Fjordinneren bis zur Fjordmündung. In den Publikationen von EBERLE, THANNHEISER & WEBER (1993) und EBERLE & THANNHEISER (1995) finden sich daneben Informationen zur Vegetation von Teilen des Bockfjorden. Aus dem Untersuchungsgebiet Eidembukta an der Westküste Spitzbergens sind regionale Ergebnisse ebenfalls veröffentlicht. MÖLLER, THANNHEISER & WÜTHRICH (1998) stellen die vegetationskundlich-pflanzensoziologischen Grundlagen ihrer landschaftsökologischen Untersuchungen zum Kohlenstoffhaushalt<sup>42</sup> über eine detaillierte Vegetationskarte und Stetigkeitstabellen der grundlegenden Vegetationseinheiten dar. Schließlich ist noch die Vegetationsstudie aus dem Mimerdalen (bei Pyramiden im Billefjorden) von MÖLLER & THANNHEISER (1997) zu erwähnen, in der die Zwergstrauchheiden über Stetigkeitstabellen beschrieben werden.

Somit werden an dieser Stelle lediglich die bislang noch nicht veröffentlichten Ergebnisse der vegetationskundlichen Arbeiten aus dem inneren Woodfjorden wiedergegeben. Im Rahmen der Geowissenschaftlichen Spitzbergen-Expedition 1992 (SPE '92) bestand im Juli und August Gelegenheit zu einem 28-tägigen Aufenthalt im inneren Woodfjorden, bei dem u.a. vegetationskundlich-pflanzensoziologische Studien durchgeführt wurden. Dies ist insofern von besonderem Interesse, als daß der innere Woodfjorden bisher noch nicht planmäßig von Vegetationskundlern untersucht wurde und deshalb eine regionale Lücke zur Gefäßpflanzenflora und Vegetation Spitzbergens geschlossen werden kann.

### 6.8.1 Physisch-geographische Verhältnisse im inneren Woodfjorden

Das Untersuchungsgebiet im inneren Woodfjorden umfaßt die drei großen Täler Tal am Kapp Ringertz, Woodfjorddalen und Piræusdalen zwischen ca. 79°10' und 79°20' N und 14°00' und 14°40' E (s. Abb. 46). Nach dem Rückzug der letztglazialen Eismassen wurden diese Trogtäler derart umgeformt, daß die heutigen flachen Talsohlen von jungen, mehrfach umgelagerten Lockersedimenten gebildet werden. Insbesondere das große Woodfjorddalen wurde vor allem durch Schmelzwasserablagerungen eingeebnet.

<sup>42</sup> siehe dazu: THANNHEISER, MÖLLER & WÜTHRICH (1998) und WÜTHRICH, MÖLLER & THANNHEISER (1999).



Kartgrundlage: Norsk Polarinstitut (ed.) (1982): Svalbard 1 : 500 000, Blad 3: Spitsbergen, Nordre Del. Oslo 1982.

-Kartographie: Ingo Möller 1997-

**Abb. 46: Übersichtskarte zum Untersuchungsraum Woodfjorden mit dem Arbeitsgebiet des inneren Woodfjorden und der Lage der Vegetationskarten (Abb. 47 bis 50).**

Die Gletscheranbindung aufweisenden Hauptflußläufe bestehen aus anastomosierenden Abflußbahnen, die die breiten Talsohlen überziehen ("Pendelflußsystem"/"braided river systems"). Nur wenige perennierende Bäche aus den meist kerbartigen Nebentälern münden in diese Flußsysteme. Sie zerschneiden dabei die Talflanken, wobei das mitgeführte Material in den Hangfußbereichen häufig in Form von Schwemmfächern abgelagert wird. Durch die Zerschneidung der Talhänge entstehen charakteristische Dreieckshänge als Teil der dreigliedrigen Hangform des "Spitzbergen-Hangs" (RAPP 1960) / "dreiteiligen Frosthangs" (BÜDEL 1969). Eine weitere Gliederung erhalten die Talhänge durch

zahlreiche Murgänge, durch die sich große Murschuttmassen vor allem während der Schneeschmelze hangabwärts bewegen. Am Hangfuß wird das Material meist in Gestalt zungenförmiger Schuttkörper abgelagert.

Als anstehende Gesteine liegen im gesamten inneren Woodfjorden die roten Sandsteine der Wood Bay-Gruppe des Devons vor. Aufgrund des geringen physikalischen Verwitterungswiderstandes der Gesteine - die physikalische Verwitterung kann bis zur Grobtonfraktion erfolgen (EBERLE & BLÜMEL 1992) - ist das Relief sehr einheitlich gestaltet: Sanfte Formen mit langgezogenen konkaven Unterhängen dominieren, während schroffere, "alpine" Formen fehlen. Auch kleinräumige Reliefunterschiede, die etwa Ansatzpunkte zur Bildung von Nivationsnischen oder -mulden sein könnten, sind nicht vorhanden. Aufgrund der großen Einförmigkeit von Gestein und Verwitterungsprodukten liegt in weiten Bereichen der Talunterhänge ein relativ homogenes sandig-lehmiges Substrat vor. Es kommt darüber hinaus auch in einigen Schwemmfächerablagerungen und in glaziolimnischen Ablagerungen im inneren Woodfjorddalen (ehemaliger Eisstausee) vor. Größere Sedimente oder Substrate mit einem größeren Korngrößenspektrum beschränken sich dagegen auf kleine Bereiche gehobener Meeresterrassen im nördlichen Woodfjorddalen und auf (End-) Moränenablagerungen verschiedener Gletscherstadien in allen Tälern, wobei die Matrix dieser Moränenablagerungen jedoch wiederum aus sandig-lehmigem Material besteht, während die Grobkomponente meist große Blöcke aufweist.

In klimatischer Hinsicht scheint der innere Woodfjorden eine Trocken-oase im maritim beeinflussten Nordwesten Spitzbergens zu sein. Das Fehlen ergiebiger Niederschläge bewirkt, daß sämtliche Substratarten außerhalb der schmalen Einflußbereiche der Bäche und Rinnen sowie der Hauptabflußbahnen sehr trocken und im Sommer zum Teil oberflächlich verhärtet sind. Im August 1992 konnte beobachtet werden, daß die Substrate selbst nach einem fünftägigen Dauerregen nicht weiter als bis zu ca. 2 cm unter die Geländeoberfläche durchfeuchtet waren. Bei weiterer Betrachtung dieser sehr geringen Substratfeuchtigkeit ist der Mangel an sommerlichen Schneeresten im gesamten Untersuchungsgebiet zu erwähnen, da hiermit eine mögliche kontinuierliche Quelle für Substratwasser ausfällt. Die Ursache für das Fehlen von Schneeresten ist einerseits bedingt durch das einförmige, geebnete Relief. Andererseits treten in den drei großen Tälern häufig reliefbedingte Föhnerscheinungen auf, die stark schneezehrend wirken. Ebenfalls reliefbedingt kommt es innerhalb der Täler zur Sammlung der lokalen Winde, die sich derart äußert, daß von einem entlang der Talachsen gerichteten "Düseneffekt" gesprochen werden kann. Die Folge sind dementsprechend höhere Windgeschwindigkeiten, die verdunstungsfördernd wirken. Durch das Zusammenwirken der angesprochenen Faktoren erscheint der innere Woodfjorden-Bereich, bis auf engbegrenzte lokale Standorte, geradezu als ein "Mangelgebiet für pflanzenverfügbares Wasser" (vgl. THANNHEISER & MÖLLER 1994).

### **6.8.2 Gefäßpflanzenflora und Vegetation des inneren Woodfjorden**

Die Einförmigkeit der oben genannten abiotischen Faktoren (monotone Arealstrukturen) und vor allem der erläuterte "Wassermangel" zeigen sich deutlich in der Flora und Vegetation des Untersuchungsgebietes. Mit gerade einmal 64 verschiedenen Gefäßpflanzenarten (s. Liste in Anhang B) herrscht eine sehr geringe Artendiversität vor (s.a. MÖLLER & THANNHEISER 1994). Dies überrascht insbesondere im räumlichen Vergleich zu der nördlich gelegenen Region um den Liefdefjorden, wo insgesamt 111 Gefäßpflanzensippen registriert werden konnten (s. Anhang B).

Neben der geringen Artenzahl ist auch die geringe Zahl der grundlegenden Phytozönosen auffallend. Insgesamt konnten nur 14 Pflanzengesellschaften unterschieden werden. Dies entspricht nicht einmal der Hälfte der 29 Vegetationseinheiten, die von THANNHEISER (1992) auf der Germaniahavøya

ausgegliedert wurden. Tab. 64 enthält eine Aufstellung der Pflanzengesellschaften des inneren Woodfjorden.

**Tab. 64: Pflanzengesellschaften des inneren Woodfjorden.**

<b>Salzrasen</b>	
1.	Puccinellietum phryganodis
<b>Naßstellenvegetation</b>	
2.	Tomenthypnetum involuti
3.	Deschampsietum alpinae
<b>Vegetation der Fleckentundra</b>	
4.	Puccinellietum angustatae
5.	Potentilletum pulchellae
6.	Saxifraga oppositifolia-Gesellschaft
7.	Papaveretum dahliani
<b>Schneebodenvegetation</b>	
8.	Cerastio regelii-Poetum alpinae
9.	Salicetum polaris (zumeist in der Subassoziation drepanocladetosum uncinati)
<b>Zwergstrauchheiden</b>	
10.	Caricetum nardinae
11.	Carici rupestris-Dryadetum octopetalae
12.	Dryadetum minoris
13.	Dryado-Cassiopetum tetragonae
<b>Vogelrastplatzvegetation</b>	
14.	Brachythecium turgidum-Festuca rubra ssp. arctica-Gesellschaft

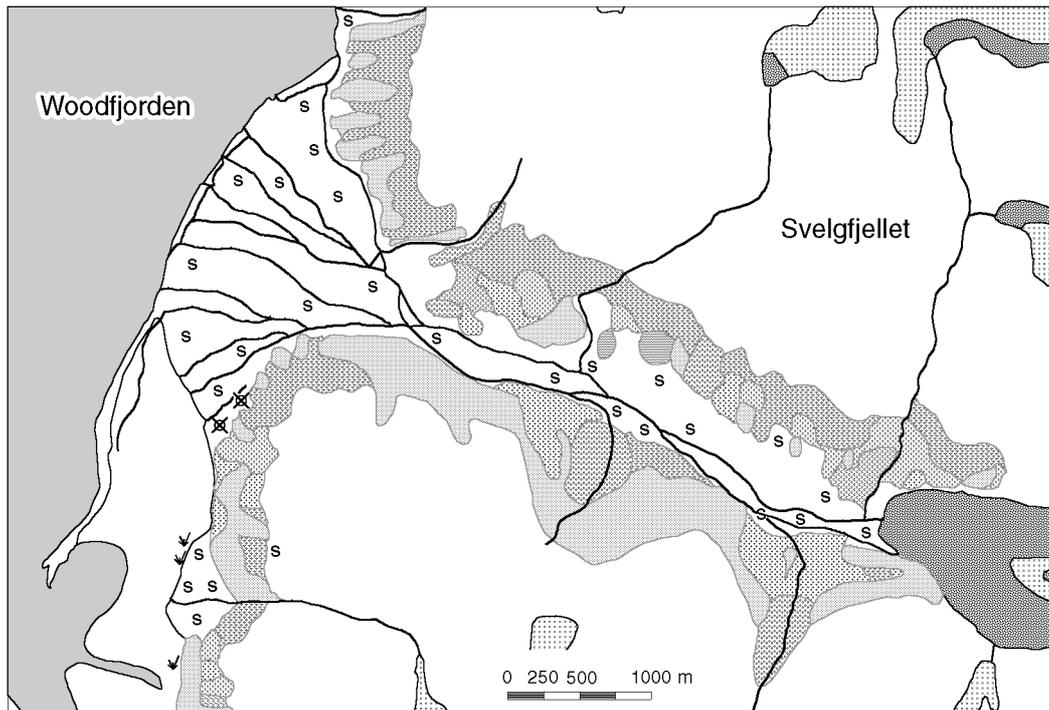
Alle Pflanzengesellschaften, die im inneren Woodfjorden registriert werden konnten, finden sich auch im Bereich des Liefdefjorden. Die dortigen Vegetationstypen umfassen jedoch durchweg mehr Pflanzengesellschaften. Im Vergleich zu den von THANNHEISER (1992) ausgegliederten Pflanzengesellschaften des Liefdefjorden ist das komplette Fehlen einer Wasser- und Moorvegetation und die starke Reduktion der Gesellschaften der Schneebodenvegetation im inneren Woodfjorden bemerkenswert. Beides läßt sich für den inneren Woodfjorden gut mit den obigen Ausführungen zum Relief und zu den hygrischen Verhältnissen erklären. Bezüglich seiner gesamten Vegetationsausstattung ist der Bereich des inneren Woodfjorden der Mittleren Arktischen Tundrenzone zuzuordnen. Das gesamte Untersuchungsgebiet weist damit im Gegensatz zum Liefdefjorden keine klimatischen Gunsträume der Inneren Arktischen Fjordzone auf.

Um detaillierte Kenntnisse über die Vegetationsverhältnisse im Untersuchungsgebiet des inneren Woodfjorden zu erhalten, wurden neben eingehenden Kartierungen auch computergestützte Auswertungen von Infrarot-Farbluftbildern vorgenommen. Die Vegetationstypenkarten des inneren Woodfjorden (Abb. 47 bis Abb. 50) können die häufig mosaikartige Verzahnung der Vegetationseinheiten wegen der begrenzten kartographischen Darstellungsmöglichkeiten (Maßstab!) nur eingeschränkt wiedergeben. Dies gilt insbesondere für die drei *Dryas*-Assoziationen **Caricetum nardinae**, **Carici rupestris-Dryadetum octopetalae** und **Dryadetum minoris**. Deshalb sind in den Karten für die konkreten Bestände dieser Assoziationen die jeweiligen Hauptvorkommen in der Fläche genannt.

In bezug auf die Vegetationsverbreitung ist im inneren Woodfjorden die fast zusammenhängende, relativ dichte Pflanzendecke an den unteren Talhängen auffallend. Diese Vegetationsbänder befinden sich zwischen den Talböden und den steilen Talflanken, die ab ca. 200 m ü. M. beginnen. In diesen unteren Tallagen wird die Pflanzendecke jedoch vielfach durch Schuttkegel und Schwemmfächer unterbrochen. Bei einem Vergleich der Vegetationseinheiten fällt auf, daß die Assoziationen der Zwergstrauchheiden über die Hälfte der Pflanzendecke einnehmen. Nur an nord- und ostexponierten Hängen dominieren mit dem **Salicetum polaris** (meist in der Subassoziation **drepanocladetosum**

**uncinati**) und dem **Deschampsietum alpinae** Assoziationen der Schneeboden- bzw. Naßstellenvegetation, da dort Schnee länger liegenbleiben kann und Rieselwasseraustritte vorkommen.

In der Abb. 47 werden mit den Vegetationsverhältnissen im Tal am Kapp Ringertz diese expositionsbedingten Unterschiede bezüglich der Vegetationsausstattung sehr deutlich. Am mehr oder weniger südwestexponierten, strahlungs- und wärmebegünstigten Hang nehmen die *Dryas*-reichen Pflanzengesellschaften die größte Fläche ein, während am nordostexponierten Hang die eben angesprochene Schneebodenassoziation **Salicetum polaris** und die Naßstellenassoziation **Deschampsietum alpinae** flächenmäßig dominieren.



Gesamt-Legende für Abb. 47 bis 50:

	Salzrasen (1)	Heiden des <i>Caricion nardinae</i> :	
	<i>Tomenthypnetum involuti</i> (2)		zumeist <i>Caricetum nardinae</i> (10)
	<i>Deschampsietum alpinae</i> (3)		zumeist <i>Carici rupestris-Dryadetum octopetalae</i> (11)
	<i>Puccinellietum angustatae</i> (4)		zumeist <i>Dryadetum minoris</i> (12)
	<i>Potentilletum pulchellae</i> (5)		<i>Dryado-Cassiopetum tetragonae</i> (13)
	<i>Saxifraga oppositifolia</i> -Gesellschaft (6)		Bach
	<i>Cerastio regelii-Poetum alpinae</i> (7)		Moräne
	<i>Salicetum polaris</i> (zumeist <i>drepanocladetosum uncinati</i> ) (8)		Gletscher
	Vogelrastplatzvegetation (9)		

Zeichnung und Entwurf: Ingo Möller 1992/99.  
 Kartierung: I. Möller u. D. Thannheiser 1992.  
 Kartengrundlagen: Norsk Polarinstitut (ed.):  
 Namnekart Svalbard 1 : 100000,  
 B6: Eidsvollfjellet, Oslo 1966 und  
 IR-Luftbilder 1 : 50000, S90 3169-71,  
 3178-83, 3627-28, Oslo 1990.

**Abb. 47: Vegetationsverhältnisse am und im Tal am Kapp Ringertz.**

Abb. 48 zeigt den Ausschnitt des äußeren Woodfjorddalens, dessen zentrale Bereiche vom Pendelflußsystem der Poninskøyra eingenommen werden. Am äußersten Talausgang kommt es dabei zu einer Überlappung mit einer großen Sanderfläche, die der Moräne des Vonbreen vorgelagert ist.

Innerhalb dieser Moräne sind einige Bestände des in dieser Arbeit neu beschriebenen **Puccinellietum angustatae** aus dem Vegetationstyp der Fleckentundra besonders erwähnenswert. Neben diesen finden sich zwei weitere Bestände der Assoziation an bzw. auf Pingos am Südwestrand des flachen Talbodens. Das **Potentilletum pulchellae** kommt mit einigen Beständen auf der gegenüberliegenden Talseite als weitere Assoziation der Fleckentundra vor. Die Bestände sind dort in einer solifluidal beeinflussten Hanglage anzutreffen und weisen eine recht geringe Vegetationsbedeckung von rund 40 % auf.

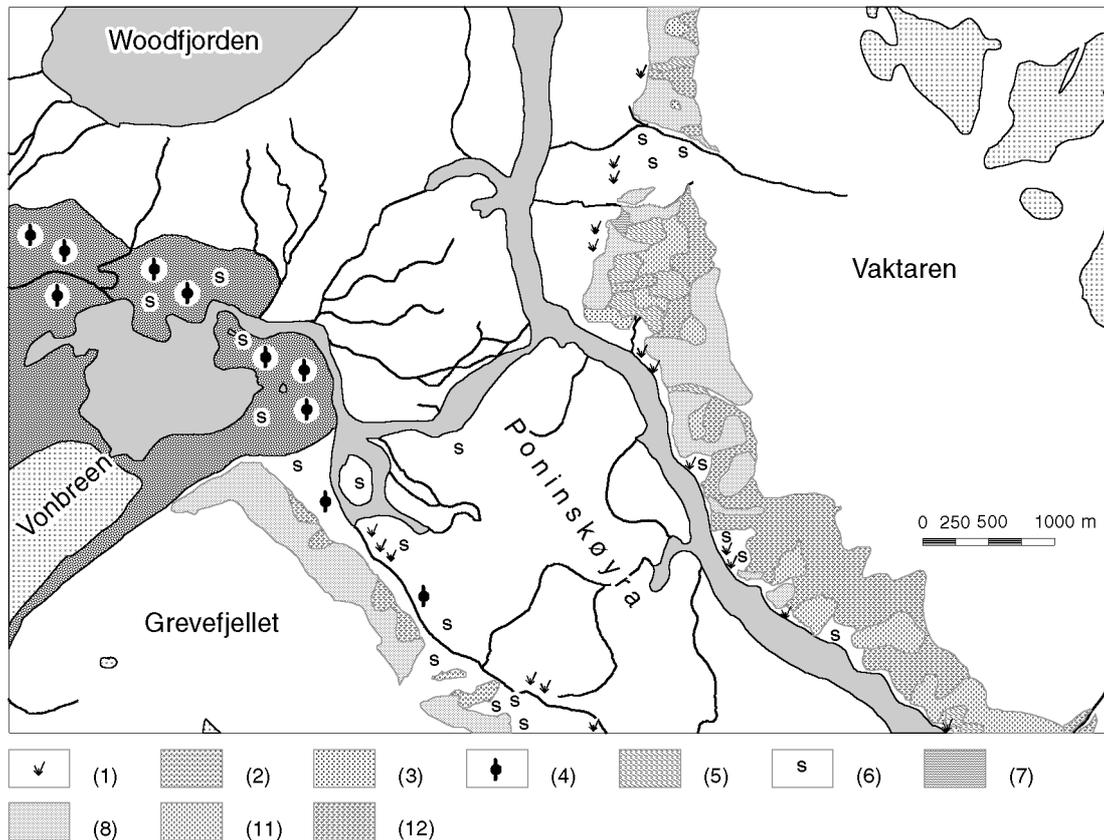
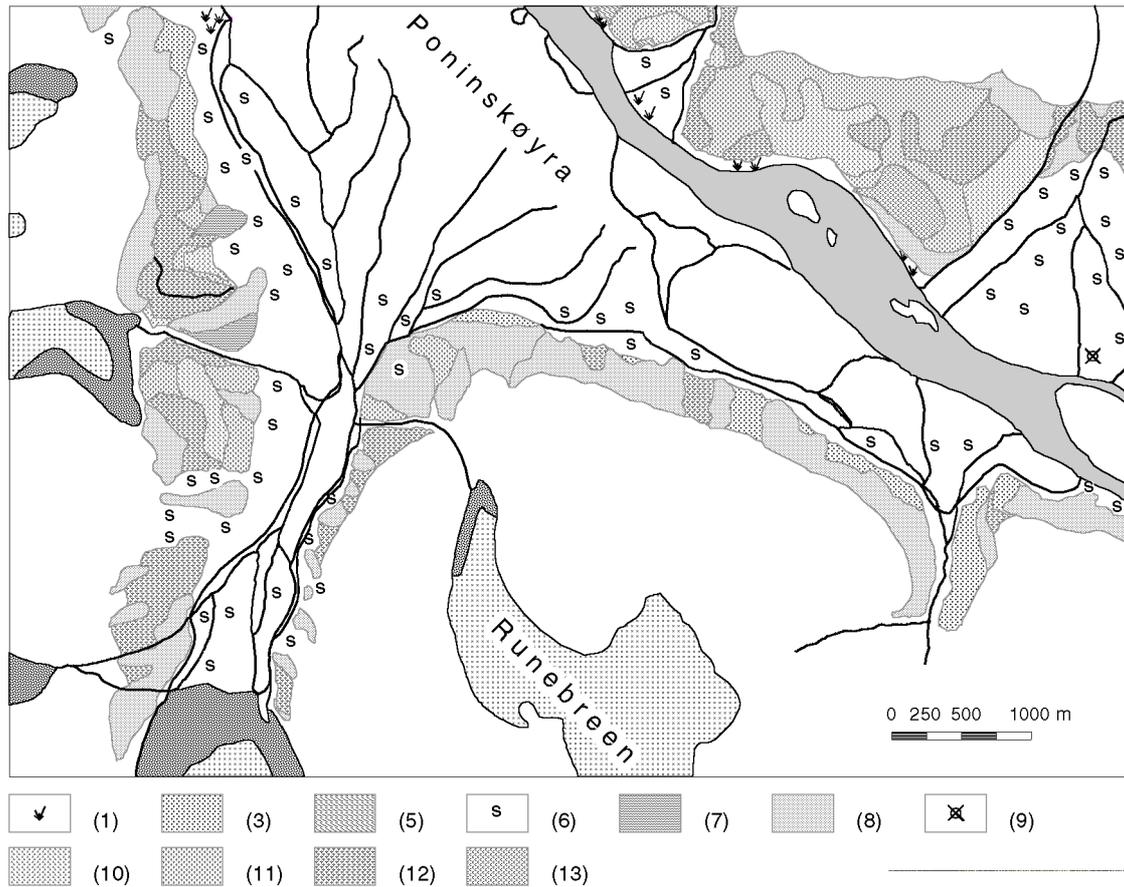


Abb. 48: Vegetationsverhältnisse im äußeren Woodfjorddalen.

Die Karte mit den Vegetationsverhältnissen am und im Piræusdalen (Abb. 49) weist im Piræusdalen selbst die beiden größten Bestände der Schneebodenassoziation **Cerastio regelii-Poetum alpinae** aus. Sie befinden sich dort in ausgesprochenen Muldenlagen, in denen sich sehr gut der winterliche Schnee sammeln kann und längere Zeit überdauert. Im Bereich des Woodfjorddalen zeigen sich noch einmal deutlich die expositionsbedingten Vegetationsunterschiede zwischen süd(west)exponierten und nord(ost)exponierten Hanglagen. Am Unterhang des südwestexponierten Hangs befindet sich eine größere Fläche des **Dryado-Cassiopetum tetragonae** aus dem Vegetationstyp der Zwergstrauchheiden, welche in dieser Lage und innerhalb des Woodfjorddalen quasi eine Vegetationsoase darstellt.



**Abb. 49: Vegetationsverhältnisse am und im Piræusdalen.**

Abb. 50 stellt schließlich die Vegetationsverhältnisse im inneren Woodfjorddalen dar. Die Abbildung verdeutlicht die bereits erwähnte Zerschneidung der Talflanken des Woodfjorddalen durch die perennierenden Bäche aus den Nebentälern sowie die dadurch bedingte Unterbrechung der potentiell zusammenhängenden Vegetationsdecke. Auf den vorgeschütteten Schwemmfächern mit einer rezent hohen morphodynamischen Aktivität vermag sich allein die *Saxifraga oppositifolia*-Gesellschaft als sogenannte migratorische Dauerpioniergesellschaft zu halten.

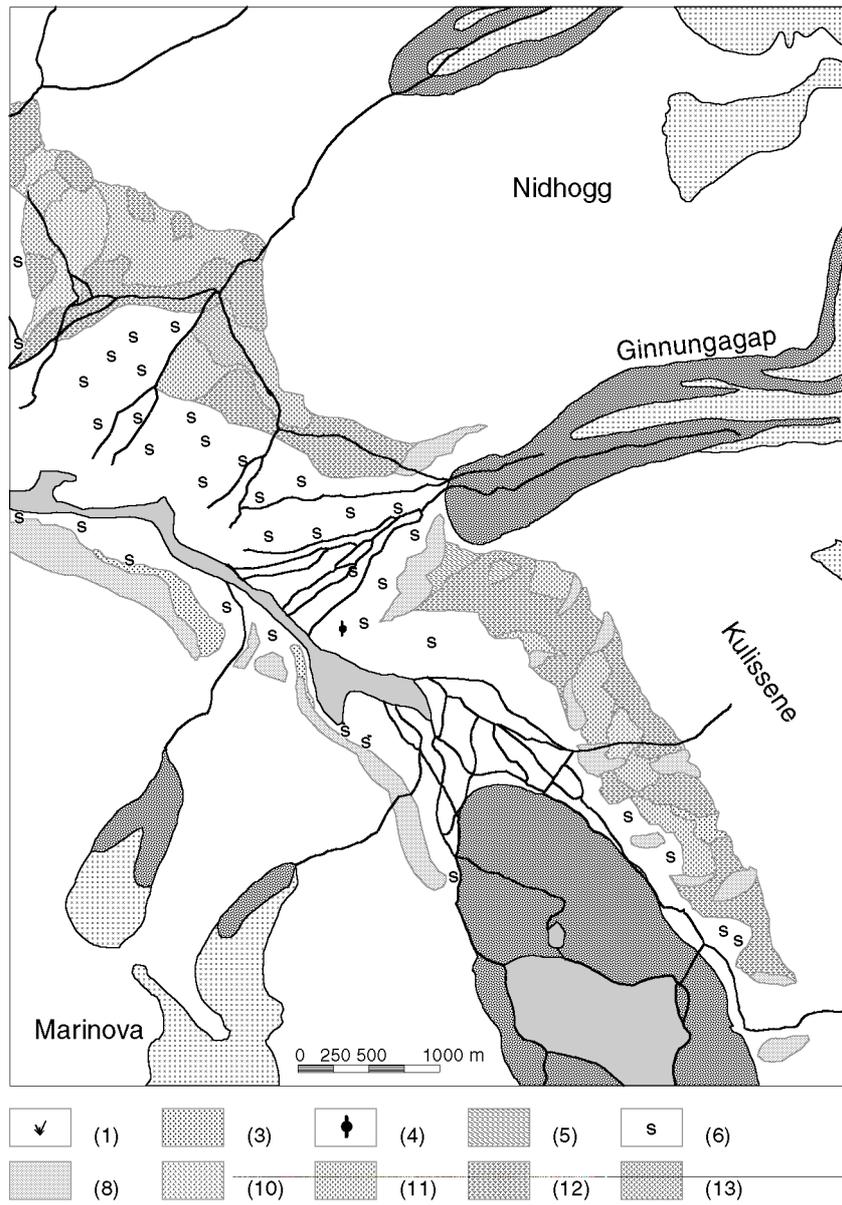


Abb. 50: Vegetationsverhältnisse im inneren Woodfjordalen.

## 7. Schlußbetrachtung

### A.

Innerhalb der behandelten Vegetationstypen sind die verschiedenen Phytozönosen nach unterschiedlichen standortökologischen Kriterien angeordnet und differenziert:

- Bei den Gesellschaften der Salzrasen haben die im Idealfall gradientartig ausgeprägte Überflutungshäufigkeit und -dauer sowie der Bodenwassergehalt und die Salinität den größten Einfluß auf die Zusammensetzung und Anordnung der Pflanzengemeinschaften. Diese Differenzierungen sind zusammenfassend in Abb. 20 dargestellt und können in floristischer Hinsicht gut über die Stetigkeitstabelle der Salzrasen (Tab. 8) nachvollzogen werden.
- Der Bodenwassergehalt ist in Form einer langanhaltenden Wassersättigung der Böden ein gemeinsames Merkmal der Wasser- und Moorvegetation. Eine oberflächliche Substratabtrocknung geschieht erst mit dem Auftauen und Tieferlegen des Permafrostes zum Spätsommer und/oder einem Versiegen des Schneeschmelzwasserzuflusses. Die verschieden starke Austrocknung - gleichbedeutend mit einer unterschiedlich starken Wechselfeuchte - ist deshalb wesentlich für die Gesellschaftsausprägung.
- Bei der Naßstellenvegetation kommt es im Gegensatz zur Wasser- und Moorvegetation zu keiner Torfbildung. Die Ausbildung der Phytozönosen wird vor allem durch Quellaustritte oder Rieselwasser bedingt, die kaltstenothe Standortbedingungen verursachen.
- Der Vegetationstyp der Fleckentundra umfaßt zwölf recht heterogene Pflanzengesellschaften, deren wesentliche Gemeinsamkeit die mehr oder weniger einheitliche, schütterere Physiognomie ist. Die Phytozönosen besiedeln überwiegend ökologische Grenzstandorte, an denen sich keine geschlossene Vegetationsdecke entwickeln kann. Die begrenzenden und differenzierenden Standortfaktoren sind allerdings sehr vielfältig und beinahe von Pflanzengesellschaft zu Pflanzengesellschaft verschieden. Wichtigen Einfluß haben die Windexposition und eine Substratinstabilität i.w.S. sowie teilweise eine geringe Pflanzenverfügbarkeit von Wasser (mit darin gelösten Nährstoffen).
- Für die Differenzierung der Gesellschaften der Schneebodenvegetation ist dagegen im wesentlichen ein Standortfaktor verantwortlich: Die unterschiedlich lange Schneebedeckung und daran gekoppelt verschieden lange Aperzeiten. Dieser Zusammenhang zwischen dem Grad der Auperung und den Pflanzengemeinschaften ist überblicksweise in Abb. 37 dargestellt.
- Innerhalb der Zwergstrauchheiden besteht eine grundsätzliche Differenzierung zwischen der *Empetrum nigrum* ssp. *hermaphroditum*-Gesellschaft über silikatischem Untergrund und den karbonatbevorzugenden *Dryas*-reichen Pflanzengemeinschaften. Im Vergleich mit der Schneebodenvegetation verfügen die Gesellschaften des Vegetationstyps Zwergstrauchheide über eine geringere Schneebedeckung im Winter. Bei der Differenzierung der *Dryas*-reichen Pflanzengesellschaften sind die entscheidenden standortökologischen Parameter die Windexposition und der damit verbundene Schneeschutz. Dies ist auch im Idealprofil zu den *Dryas*-reichen Pflanzengesellschaften (Abb. 42) wiedergegeben.
- Als bedeutendster Faktor für die Differenzierung der Vogelfelsen- und Vogelrastplatzvegetation muß der Nährstoffgehalt angesehen werden. Erst wenn die Nährstoffkonzentration auf nur leicht erhöhte Werte absinkt, kommen die übrigen Standortfaktoren wie beispielsweise der winterliche Schneeschutz wieder voll zur Geltung. Gerade für die wenig ornithogen gedüngten Pflanzengesellschaften sind jedoch weitere Untersuchungen notwendig, um erstens die Differenzierung der Gesellschaften besser als bisher zu erfassen, und zweitens den Effekt der Düngung auf diese Differenzierung deutlicher herauszuarbeiten.

Aus den gewonnenen Erkenntnissen lassen sich somit ohne aufwendige Modellbildung die wichtigsten standortökologischen Faktoren für die Verteilung der Vegetationseinheiten in Nordwestspitzbergen ableiten:

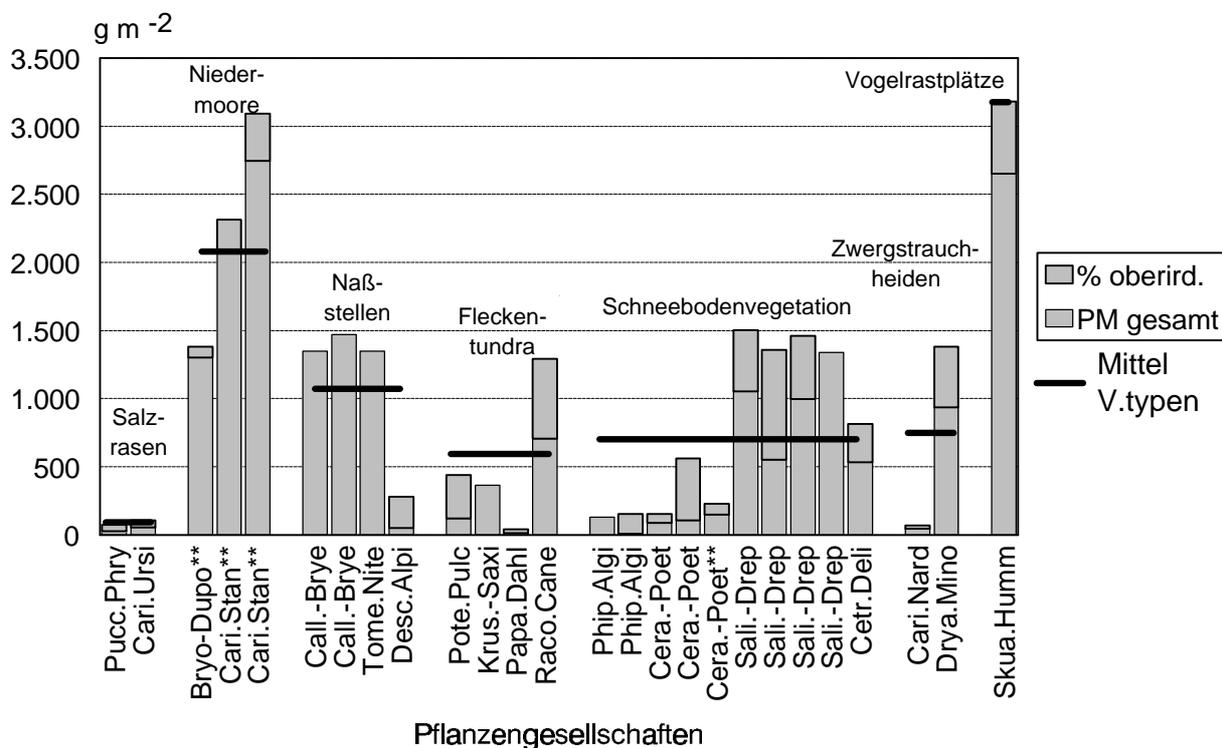
- Bei gegebenen und damit grundlegenden klimatischen und geologisch-petrographischen Bedingungen erweisen sich die Reliefverhältnisse (mit Exposition, Inklination sowie Reliefenergie im allgemeinen) als bedeutendste Faktoren für die Verteilung der Vegetationseinheiten. Dies veranschaulichen die Vegetationstypenkarten aus dem inneren Woodfjorden (vor allem Abb. 47 und 49 mit ihren näheren Erläuterungen in Kap. 6.8.2) recht deutlich.
- Dagegen sind die Schneesverhältnisse (Mächtigkeit und Bedeckungsdauer) und die hydrische Situation (mit Bodenfeuchte und Einfluß von Oberflächenwasser) als bedeutende Standortfaktoren bereits dem Relief untergeordnet, hängen also von diesem ab. Beide Faktoren wirken direkt wie indirekt auf die Vegetation, der Schnee beispielsweise durch Schutz vor tiefen Wintertemperaturen und Frosttrocknis sowie verschiedenen lange Aperizeiten.
- Weitere wichtige Faktoren sind die Bodengefrorenis, die morphologische Dynamik und die Bodenentwicklung. Ihre Wirkungen sind untereinander und mit den zuvor genannten Faktoren stark vernetzt und sie beeinflussen sich teilweise gegenseitig. Die Schneedecke wirkt beispielsweise isolierend auf einen Permafrost, der seinerseits wiederum Einfluß auf die morphologische Dynamik nimmt.
- Letztlich sei noch der faunistische Einfluß auf die Vegetationszusammensetzung hervorgehoben, der - wie am Beispiel der ornithogenen Tundra (Kap. 6.7) oder des **Cetrarietum delisei** (Kap. 6.5.6) dargestellt - lokal sehr große Bedeutung erlangen kann.

## B.

Die Abb. 51 faßt für eine Anzahl von Pflanzengesellschaften die selbst ermittelten Gesamt-Phytomassedaten zusammen und zeigt, soweit vorhanden, den Anteil der oberirdischen Phytomasse. Hierbei ist hervorzuheben, daß hinter jeder Säule 4 bis 5 Einzelbestimmungen stehen. Wenn also eine Pflanzengesellschaft mehrmals aufgeführt wird, so handelt es sich um Werte aus unterschiedlichen Untersuchungsgebieten. Zusätzlich wurde über die jeweiligen Vegetationstypen, die in der Abbildung voneinander abgesetzt sind, ein Mittelwert gebildet. Die beiden Extrema bilden die Salzrasengesellschaften sowie die ornithogen gedüngten und damit geförderten Vogelrastplatzgesellschaften mit einer Bestandsmasse von 90 bzw. rund 3180 g m<sup>-2</sup>. Den Vogelrastplätzen kommen die Gesellschaften der Naßstellenvegetation am nächsten, obwohl sie bereits 65 % weniger Phytomasse besitzen (rund 1110 g m<sup>-2</sup>). Mit abnehmender Gesamt-Phytomasse schließen daran die Zwergstrauchheiden, die Schneebodengesellschaften und die Gesellschaften der Fleckentundra an, rund 725, 675 und etwa 530 g m<sup>-2</sup>. Die Vergleichsdaten zu den Niedermoorgesellschaften sind nicht ganz repräsentativ und können nicht direkt auf Nordwestspitzbergen bezogen werden, da es sich hierbei um Daten aus der klimatisch günstigeren Südlichen Arktischen Tundrenzzone in Kanada handelt (Cambridge Bay und Johansen Bay, beide Victoria Island), während die Spitzbergen-Daten aus der Mittleren und Nördlichen Arktischen Tundrenzzone stammen.

Innerhalb der einzelnen Vegetationstypen fallen die großen Schwankungen von Pflanzengesellschaft zu Pflanzengesellschaft auf. Beispielsweise wird bei der Schneebodenvegetation der Übergang vom schwach produktiven, weil spät aper werdenden **Phippsietum algidae-concinnae** zum früher aperen und produktiveren **Salicetum polaris** deutlich. Bei den Zwergstrauchheiden mag zunächst überraschen, daß sie nur wenig mehr Bestandsmasse aufweisen sollen als die Schneebodenvegetation. Dies ist vor allem auf zwei Gründe zurückzuführen: Erstens wurden die Phytomassenwerte für die Zwergstrauchheiden in Bereichen der Nördlichen Arktischen Tundrenzzone ermittelt, wo die kenn-

zeichnende Art *Dryas octopetala* am Rande ihrer Existenzmöglichkeiten mehr schlecht als recht gedeiht und zweitens wird der Mittelwert der Schneebodenvegetation durch moosreiche Bestände des *Salicetum polaris* angehoben.



**Abb. 51: Gesamt-Phytomasse von Pflanzengesellschaften Nordwestspitzbergens mit einigen Vergleichswerten anderer arktischer Regionen (\*\*).**

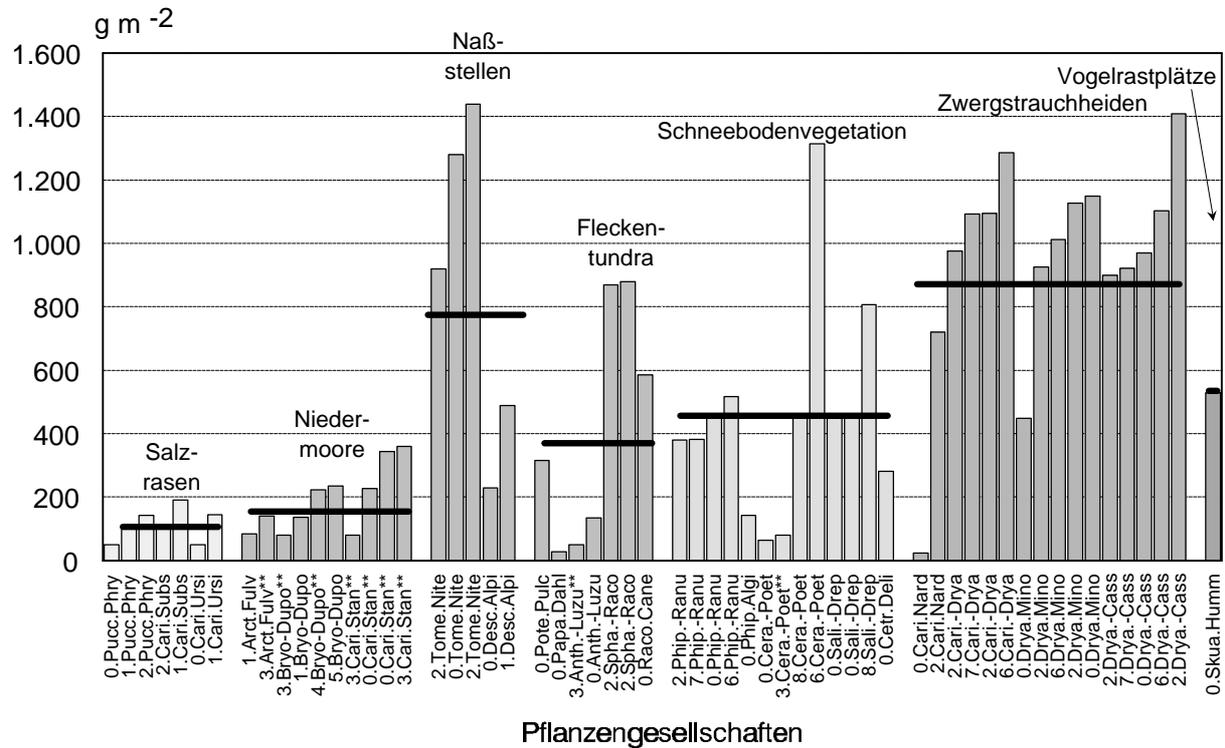
Pucc.Phry = Puccinellietum phrygandois, Care.Ursi = Caricetum ursinae,  
 Bryo-Dupo = Bryo-Dupontietum pelligeriae, Cari.Stan = Caricetum stantis,  
 Call.-Brye = Calliergono-Bryetum cryophili, Tome.Nite = Tomenthypnetum involuti,  
 Desc.Alpi = Deschampsietum alpinae, Pote.Pulc = Potentilletum pulchellae,  
 Krus.-Saxi = Krustenflechten-Saxifraga oppositifolia-Ges., Papa.Dahl = Papaveretum dahliani,  
 Raco.Cane = Racomitrium canescens-Ges., Phip.Algi = Phippsietum algidae-concinnae,  
 Cera.-Poet = Cerastio regelii-Poetum alpinae, Sali.-Drep = Salicetum polaris drepanocladetosum uncinati,  
 Cetr.Deli = Cetrarietum delisei, Cari.Nard = Caricetum nardinae,  
 Drya.Mino = Dryadetum minoris, Skua.Humm = Vogelrastplatz-Ges.

Stark ausgeprägte Mooschichten tragen insgesamt erheblich zur Phytomasse bei. Dies zeigt sich zum einen bei der Naßstellenvegetation, wo zwei der drei Pflanzengesellschaften quasi Moosgesellschaften sind (**Calliergono-Bryetum cryophili** und **Tomenthypnetum involuti**) und zum anderen bei der als schütter bekannten Fleckentundravegetation, denn dort erscheint der Wert für die moosreiche *Racomitrium canescens*-Gesellschaft geradezu als Ausreißer.

Die Phytomassebestimmungen belegen die schwache Produktion der arktischen Pflanzengesellschaften auf einem typisch niedrigen Niveau und liegen im zu erwartenden Rahmen. Das Verhältnis von ober- und unterirdischer Phytomasse liegt durchschnittlich bei 1 : 2 bis 1 : 4. Nur bei moosreichen Pflanzenbeständen oder an Pionierstandorten nähert sich das Verhältnis an oder die oberirdische Phytomasse überwiegt gegenüber der unterirdischen.

Ein Vergleich der eigenen Gesamt-Phytomassebestimmungen mit anderen Untersuchungsergebnissen aus Spitzbergen ist durch die geringe Anzahl von Vergleichsdaten nicht möglich. Beschränkt man sich jedoch auf die Daten zur oberirdischen Phytomasse, so liegen mehrere Untersuchungen vor, die sich zu einem Gesamtbild über Spitzbergen zusammenführen lassen. In Abb. 52 sind die in den vorange-

gangenen Kapiteln angeführten eigenen Daten und die anderer Autoren zur oberirdischen Phytomasse graphisch zusammengefaßt. Es wurden wiederum die Pflanzengesellschaften innerhalb der Vegetationstypen und ein Mittelwert für jeden Vegetationstyp voneinander abgesetzt.



**Abb. 52: Oberirdische Phytomasse von Pflanzengesellschaften Spitzbergens mit einigen Vergleichswerten anderer arktischer Regionen (\*\*).**

Pucc.Phry = Puccinellietum phrygandois,	Cari.Subs = Caricetum subspathaceae,
Cari.Ursi = Caricetum ursinae,	Arct.Fulv = Arctophiletum fulvae
Bryo-Dupo = Bryo-Dupontietum pelligeriae,	Cari.Stan = Caricetum stantis,
Tome.Nite = Tomenthypnetum involuti,	Desc.Alpi = Deschampsietum alpinae,
Pote.Pulc = Potentilletum pulchellae,	Papa.Dahl = Papaveretum dahliani,
Anth.-Luzu = (Anthelio-) Luzuletum arcuatae,	Krus.-Saxi = Krustenflechten-Saxifraga oppositifolia-Ges.,
Spha.-Raco = Sphaerophoro-Racomitrietum lanuginosi,	Raco.Cane = Racomitrium canescens-Ges.,
Phip.-Ranu = Phippsia algida-Ranunculus pygmaeus-Ges.,	Phip.Algi = Phippsietum algidae-concinnae,
Cera.-Poet = Cerastio regelii-Poetum alpinae,	Sali.-Drep = Salicetum polaris drepanocladetosum uncinati,
Cetr.Deli = Cetrarietum delisei,	Cari.Nard = Caricetum nardinae,
Cari.Drya = Carici rupestris-Dryadetum octopetalae,	Drya.Mino = Dryadetum minoris,
Drya.Cass = Dryado-Cassiopetum tetragonae,	Skua.Humm = Vogelrastplatz-Ges.

0. = eigene Daten,      1. = Brattbakk (1979),      2. = Brattbakk (1985h),      3. = Webber (1978),  
 4. = Bliss (1962),      5. = Brzoska (1976),      6. = Lund (1979),      7. = Herstad (1981),  
 8. = Originaldaten Dierßen & Thannheiser.

Die Salzrasengesellschaften zeigen auch in bezug auf die oberirdische Phytomasse den niedrigsten Wert mit rund 115 g m<sup>-2</sup>. Dagegen weisen die Zwergstrauchheiden mit etwa 869 g m<sup>-2</sup> die höchste oberirdische Bestandsmasse auf, gefolgt von den Gesellschaften der Naßstellen (786 g m<sup>-2</sup>). Daran schließen sich mit abnehmendem oberirdischen Bestandsvorrat die Gesellschaften der Vogelrastplätze, die Gesellschaften der Schneeböden und die der Fleckentundra an (rund 529, 427 und 178 g m<sup>-2</sup>).

Bei einem Vergleich mit den Werten zur Gesamt-Phytomasse zeigt sich somit eine Veränderung der Rangfolge von (oberirdisch) schwach produktiven zu stärker produktiven Pflanzengesellschaften bzw. Vegetationstypen, die sich wie folgt darstellt:

Gesamt-Phytomasse	Salzrasen < Fleckentundra < Schneebodenvegetation < Zwergstrauchheiden < Naßstellenvegetation (< Niedermoorgesellschaften) < Vogelrastplatzgesellschaften
Oberirdische Phytom.	Salzrasen < Niedermoorgesellschaften < Fleckentundra < Schneebodenvegetation < Vogelrastplatzgesellschaften < Naßstellenvegetation < Zwergstrauchheiden

Daraus wird deutlich, daß es unbedingt erforderlich ist, die Gesamt-Phytomasse einer Pflanzengesellschaft bzw. eines Vegetationstyps zu erfassen, wenn man die Phytomasse als Kenngröße für die Beurteilung der Gesamtleistung einer Vegetationseinheit verwenden will. Die arbeitstechnisch einfachere Beschränkung auf die oberirdische Phytomasse führt dagegen zu falschen Vorstellungen bezüglich der Relationen zwischen den einzelnen Vegetationseinheiten. Dies ist insbesondere für Arbeiten mit einem flächenbezogenen Ansatz (z.B. in der Landschaftsökologie das Einzugsgebiet) von sehr großer Bedeutung. Aufgrund der großen Schwankungen der Phytomassewerte innerhalb der einzelnen Pflanzengesellschaften bzw. Vegetationstypen muß abschließend herausgestellt werden, daß eine sehr große Anzahl von Phytomassedaten aus möglichst vielen unterschiedlichen Untersuchungsgebieten zu erheben ist, um einigermaßen genaue, mittlere Kennwerte für einzelne Vegetationseinheiten zu erhalten.

### C.

Obwohl die Einteilung der Phytozönosen in Vegetationstypen zugleich einer Gruppierung nach mehr oder weniger soziologisch verwandten Vegetationseinheiten entspricht, bestehen doch einige Differenzen zur pflanzensoziologischen Systematik. Bei der Erläuterung der einzelnen Pflanzengesellschaften wurde bereits die Stellung der jeweiligen Phytozönose innerhalb der pflanzensoziologischen Systematik erwähnt. Deshalb wird hier eine kompilierende Übersicht über die Pflanzengesellschaften Nordwestspitzbergens und ihre Einordnung in höhere pflanzensoziologische Einheiten vorgestellt. Damit soll ein übergreifendes hierarchisch-syntonisches System als Abschluß der Analyse der Pflanzengesellschaften bereit gestellt werden. Die be- und erarbeiteten Phytozönosen Nordwestspitzbergens sind hierfür in Tab. 65 nach einem zunehmenden Grad struktureller Komplexität (im Sinne der soziologischen Progression) angeordnet.

**Tab. 65: Syntonische und synsystematische Übersicht der Pflanzengesellschaften Nordwestspitzbergens.**

<b>Synton</b>		s. Kapitel
<b>Kl.:</b>	<b>Juncetea maritimi Br.-Bl. 1931</b> (Gesellschaften der Salzrasen und -wiesen) [= Asteretea tripolii Westh. & Beeft. 1962]	
<b>Ord.:</b>	<b>Glauco-Puccinellietalia Beeft. &amp; Westh. 1968</b> (Salzrasen und -wiesen der kühl-gemäßigten, atlantischen Küsten)	
<b>Verb.:</b>	<b>Puccinellion phryganodis Hadač 1946</b> (nordboreal-arktische Salzrasen)	
	Ass.: Puccinellietum phryganodis Hadač 1946	6.1
	Subass.: Typische Subassoziation	
	Var.: Typische Variante	
	Var.: Initiale Variante	
	Var.: Variante von Drepanocladus uncinatus	
	Subass.: Subassoziation von Bryum salinum	
	Ass.: Caricetum subspathaceae Hadač 1946	6.1
	Ass.: Caricetum ursinae Hadač 1946	6.1
	Subass.: Typische Subassoziation	
	Subass.: Subassoziation von Bryum salinum	

Syntaxon	s. Kapitel
<b>Kl.: Honckenyo peplodes-Elymetea arenarii Tx. 1966</b> (Strandroggen-Gesellschaften) <b>Ord.: Honckenyo peplodes-Elymetalia arenarii Tx. 1966 em. Géhu &amp; Tx. ap. Géhu 1975</b> <b>Verb.: Agropyron-Rumicion Nordh. 1940</b> (Dünen- und Geröllstrand-Gesellschaften) [= Honckenyo peplodes-Elymion (Galiano 1959) Tx. 1966] Ass.: Mertensietum maritimae (Nordh. 1940) Thannh. 1981	6.1
<b>Kl.: Thlaspietea rotundifolii Br.-Bl., Emb. &amp; Mol. 1947</b> (Gesteinsschutt-Gesellschaften) <b>Ord.: Thlaspietalia rotundifolii Br.-Bl. ap. Br.-Bl. et Jenny 1926</b> (Gesellschaften basenreicheren (Kalk-) Schutts) <b>Verb.: Arenarion norvegicae Nordh. 1935</b> (boreo-arktische Kalkschutt-Gesellschaften) Ass.: Puccinellietum angustatae ass. nov. 6.4 Ass.: Potentilletum pulchellae ass. nov. 6.4 Subass.: Potentilletum pulchellae typicum subass. nov. Var.: Typische Variante Var.: Variante von Braya purpurascens Subass.: Potentilletum pulchellae puccinellietosum angustatae subass. nov. Ass.: Papaveretum dahlmani Hofm. 1968 6.4 Subass.: Papaveretum daliani typicum Subass.: Papaveretum daliani salicetosum polaris Ges.: Saxifraga oppositifolia-Gesellschaft 6.4 Ges.: Krustenflechten-Saxifraga oppositifolia-Gesellschaft 6.4 Ausb.: Typische Ausbildung Ausb.: Ausbildung von Drepanocladus uncinatus	
<b>Ord.: Androsacetalia alpinae Br.-Bl. ap. Br.-Bl. &amp; Jenny 1926</b> (Silikatschutt-Gesellschaften) <b>Verb.: Saxifraga stellaris-Oxyrion digynae Gjærev. 1950</b> (boreo-arktische Silikatschutt-Gesellschaften) [= Luzulion arcuatae all. prov. Elveb. 1985, Ranunculo-Oxyrion Nordh. 1936 p.min.p., inkl. Cerastio-Saxifragion cernuae Hartm. 1980] Ass.: Deschampsietum alpinae (Samuelsson 1913) Nordh. 1943 6.3 Ass.: (Anthelio-) Luzuletum arcuatae Nordh. 1928 6.4 Subass.: Typische Subassoziation Subass.: Subassoziation von Racomitrium lanuginosum Ass.: Sphaerophoro-Racomitrietum lanuginosi (Hadač 1946) Hofm. 1968 6.4 Ass.: Oxyrio-Trisetetum spicati (Hadač 1946) 1989 6.4 Ges.: Racomitrium canescens-Gesellschaft 6.4 Ges.: Festuca rubra ssp. arctica-Gesellschaft 6.4 Ges.: Brachythecium turgidum-Festuca rubra ssp. arctica-Vogelrastplatzgesellschaft (= Brachythecium turgidum-Ausbildung der Festuca rubra ssp. arctica-Gesellschaft) 6.7 Ges.: Festuca baffinensis-Gesellschaft 6.4 Ges.: Cochlearia groenlandica-Vogelfelsengesellschaft 6.7 Ges.: Oxyria digyna-Vogelfelsengesellschaft 6.7 Ges.: Saxifraga cernua-Vogelfelsengesellschaft 6.7 Ges.: Poa arctica ssp. caespitans-Vogelrastplatzgesellschaft 6.7 Ges.: Brachythecium turgidum-Poa pratensis ssp. alpigena-Vogelrastplatzgesellschaft 6.7 Ges.: Puccinellia angustata ssp. palibinii-Vogelrastplatzgesellschaft 6.7	

Syntaxon	s. Kapitel
<p><b>Kl.:</b> <b>Montio-Cardaminetea Br.-Bl. &amp; Tx. 1943 ex Klika &amp; Hadač 1944</b> (Quellflur-Gesellschaften)</p> <p><b>Ord.:</b> <b>Montio-Cardaminetalia (Br.-Bl. 1925) Pawl., Sokl. &amp; Wall. 1928</b></p> <p><b>Verb.:</b> <b>Cardamino-Montion Br.-Bl. 1926</b> (Silikat-Quellfluren, Gesellschaften an Weichwasserquellen)</p> <p>Ass.: Calliergono-Bryetum cryophili Hofm. 1968</p>	6.3
<p><b>Kl.:</b> <b>Salicetea herbaceae Br.-Bl., Emb. &amp; Mol. 1947</b> (Schneeboden-Gesellschaften)</p> <p><b>Ord.:</b> <b>Salicetalia herbaceae Br.-Bl. ap. Br.-Bl. &amp; Jenny 1926</b></p> <p><b>Verb.:</b> <b>Saxifrago-Ranunculion nivalis Nordh. 1943 em. Dierßen 1984</b> (Schnee-Hahnenfuß-Gesellschaften, Solifluktionsschneeboden-Gesellschaften)</p> <p>[= Drepanoclado-Poion alpinae Hadač 1946, Saxifrago oppositifolio-Oxyrion digynae Gjørev. 1956 p.p., Salicion polaris Du Rietz 1942 n.n., Ranunculo-Oxyrion Nordh. 1936 p.p.]</p> <p>Ass.: Phippsietum algidae-concinnae Nordh. 1943</p> <p>Ass.: Cerastio regelii-Poetum alpinae Dierßen 1992</p> <p>Subass.: Typische Subassoziation</p> <p>Var.: Typische Variante</p> <p>Var.: Variante von Oxyria digyna</p> <p>Subass.: Fragmentarische Subassoziation</p> <p>Ass.: Salicetum polaris Gjørev. 1950</p> <p>Subass.: Salicetum polaris typicum</p> <p>Subass.: Salicetum polaris drepanocladetosum uncinati subass. nov.</p> <p>Var.: Typische Variante</p> <p>Var.: Variante von Carex fuliginosa ssp. misandra</p> <p>Ges.: Phippsia algida-Ranunculus pygmaeus-Gesellschaft</p> <p>Ges.: Salix reticulata-Gesellschaft</p>	6.5 6.5 6.5
<p><b>UVerb.:</b> <b>Luzulenion arcticae (Nordh. 1936) Gjørev. 1950</b> (Gesellschaften der Arktischen Hainsimse)</p> <p>[= Luzulion nivalis Nordh. 1936, Ranunculo-Oxyrion Nordh. 1936 p.p.]</p> <p>Ass.: Tomenthypnetum involuti Hadač 1946</p> <p>Subass.: Typische Subassoziation</p> <p>Subass.: Subassoziation von Cochlearia groenlandica</p> <p>Ges.: Luzula arctica-Gesellschaft</p>	6.3 6.4
<p><b>Kl.:</b> <b>Scheuchzerio-Caricetea nigrae (Nordh. 1936) Tx. 1937</b> (Gesellschaften der Niedermoore und Hochmoorschlenken)</p> <p>[= Caricetea limosae Malmer 1968, Tofieldietea Malmer 1968]</p> <p>Ges.: Eriophorum angustifolium ssp. triste-Gesellschaft</p> <p><b>Ord.:</b> <b>Scheuchzerietalia palustris Nordh. 1936</b> (oligo- bis mesotrophe, saure bis basische Blumenbinsen-Gesellschaften wasserreicher Standorte)</p> <p>[= "Apiculatetalia" Du Rietz 1954]</p> <p><b>Verb.:</b> <b>Caricion lasiocarpae Vanden Berghen ap. Lebrun &amp; al. 1949</b> ("mesotraphente" Gesellschaften von Niedermoor- und nährstoffarmen Naßstandorten)</p> <p>[= Eriophorion gracilis Prsg. ap. Oberd. 1957]</p> <p>Ass.: Arctophiletum fulvae (Lambert 1968) Thannh. 1976</p> <p>Subass.: Typische Subassoziation</p> <p>Subass.: Subassoziation von Ranunculus hyperboreus ssp. arnellii</p> <p>Ass.: Caricetum stantis Barrett &amp; Krajina 1972</p> <p>Ges.: Pleuropogon sabinei-Gesellschaft</p>	6.2 6.2 6.2 6.2
<p><b>Ord.:</b> <b>Caricetalia nigrae (Koch 1926) Nordh. 1936 em. Br.-Bl. 1949</b> (flachtorfige, saure Schwarzseggen-Gesellschaften)</p>	

Syntaxon	s. Kapitel
<p><b>Verb.: Caricion nigrae Koch 1926 em. Klika 1934</b> (oligotrophe Gesellschaften saurer Niedermoore)  [= Caricion canescenti-goodenowii Nordh. 1936; inkl. Eriophorion scheuchzeri Hadač 1939, Drepanocladion exannulati Krajina 1933, Sphagn(et)o-Tomenthynion Dahl 1956]  Ass.: Drepanoclado-Ranunculetum hyperborei Hadač 1989  Ass.: Bryo-Dupontietum pelligerae (Hadač 1946) 1989  Ass.: Calliergono-Caricetum saxatilis (Nordh. 1928) Dierßen 1982  Subass.: Typische Subassoziation  Subass.: Subassoziation von Alopecurus borealis  Ges.: Carex lachenalii-Gesellschaft</p>	<p>6.2 6.2 6.2 6.2</p>
<p><b>Ord.: Caricetalia davallianae Br.-Bl. 1949</b> (Niedermoor-Gesellschaften basenreicher (, kalkhaltiger) und wasserzügiger Standorte)  [= Tofieldietalia Prsg. ap. Oberd. 1949, Drepanoclado-Caricetalia Succow 1974]</p>	
<p><b>Verb.: Caricion atrofusco-saxatilis Nordh. 1943</b> (arktische und alpine Gesellschaften wasserzügiger Niedermoorstandorte)  Ges.: Carex parallela-Gesellschaft  Ges.: Carex maritima-Gesellschaft  Ges.: Carex capillaris-Gesellschaft</p>	<p>6.2 6.2 6.2</p>
<p><b>Kl.: Carici rupestris-Kobresietea bellardii Ohba 1974</b> (arktische und alpine Rasen und Zwergstrauchheiden basenreicher Böden, Nacktriedrasen)</p>	
<p><b>Ord.: Kobresio-Dryadetalia (Br.-Bl. 1948) Ohba 1974</b> (Nacktriedrasen und Silberwurzfluren)</p>	
<p><b>Verb.: Caricion nardinae Nordh. 1935</b>  [=Elynion bellardii Nordh. 1936, Kobresio-Dryadion Nordh. 1936, Dryadion auct.]</p>	
<p>Ass.: Caricetum nardinae Nordh. 1935  Subass.: Fragmentarische Subassoziation  Subass.: Typische Subassoziation  Var.: Typische Variante  Var.: Variante von Salix polaris</p>	<p>6.6</p>
<p>Ass.: Carici rupestris-Dryadetum octopetalae Rønning 1965  Subass.: Typische Subassoziation  Subass.: Subassoziation von Salix polaris  Var.: Typische Variante  Var.: Variante von Silene acaulis</p>	<p>6.6</p>
<p>Ass.: Dryadetum minoris Hadač 1946  Subass.: Typische Subassoziation  Subass.: Subassoziation von Salix polaris  Var.: Variante von Carex rupestris  Var.: Typische Variante  Var.: Variante v. Carex fuliginosa ssp. misandra</p>	<p>6.6</p>
<p>Ass.: Dryado-Cassiopetum tetragonae (Fries 1913) Hadač 1946  Subass.: Typische Subassoziation  Var.: Typische Variante  Var.: Variante von Carex rupestris  Subass.: Fragmentarische Subassoziation</p>	<p>6.6</p>
<p><b>Kl.: Nardo-Callunetea Prsg. 1949</b> (Borstgrasrasen und Zwergstrauchheiden nährstoffarmer Böden)</p>	
<p>[≈ Calluno-Ulicetea Br.-Bl. &amp; Tx. 1943]</p>	
<p><b>Ord.: Nardetalia strictae Oberd. 1949 ex Prsg. 1949</b> (Borstgras-Magerrasen)</p>	
<p><b>Verb.: Nardo-Caricion bigelowii Nordh. (1936) 1943</b> (Starrseggen-Borstgras-Rasen)  [inkl. Deschampsio-Anthoxanthion Du Rietz 1942]</p>	

Syntaxon	s. Kapitel
Ass.: Cetrarietum delisei (Resvoll-Holmen 1920) Dahl 1956 Subass.: Cetrarietum delisei typicum subass. nov. Var.: Typische Variante Var.: Variante von Stereocaulon alpinum Subass.: Cetrarietum delisei salicetosum polaris subass. nov. Var.: Typische Variante Var.: Variante von Stereocaulon alpinum	6.5
<b>Kl.:</b> Cetrario-Loiseleurietaea Suz.-Tok. & Umezu 1964 (arktische und alpine Windheiden und -rasen) <b>Ord.:</b> Cetrario-Loiseleurietalia Suz.-Tok. & Umezu 1964 <b>Verb.:</b> Loiseleurio-Diapension (Br.-Bl., Siss. & Vig. 1939) Daniëls 1982 <b>Ges.:</b> Empetrum nigrum ssp. hermaphroditum-Gesellschaft	6.6

Die größten Differenzen zwischen den Vegetationstypen und der pflanzensoziologischen Systematik zeigen sich innerhalb des Verbandes **Saxifrago stellaris-Oxyrion dignyae** Gjærev. 1950, also innerhalb der sogenannten boreo-arktischen Silikat-Schuttgesellschaften. Diesem Verband sind nämlich Pflanzengesellschaften aus drei verschiedenen Vegetationstypen unterstellt: das **Deschampsietum alpinae** aus der Naßstellenvegetation, mehrere Gesellschaften vom Typ der Fleckentundra und die Gesellschaften der Vogelfelsen- und -rastplatzvegetation. Im Verband **Saxifrago-Ranunculion nivalis** (Nordh. 1943) Dierßen 1984 finden sich ebenfalls Pflanzengesellschaften aus drei Vegetationstypen wieder: Mehrere Phytozönosen der Schneebodenvegetation, das **Tomenthypnetum involuti** als Naßstellengesellschaft und die *Luzula arctica*-Gesellschaft aus dem Vegetationstyp der Fleckentundra.

Diese Beispiele zeigen somit einerseits die angesprochenen Abweichungen zwischen der Aufstellung von Vegetationstypen nach physiognomischen Kriterien und höheren pflanzensoziologischen Einheiten, die nach floristisch-soziologischen Kriterien bestimmt sind. Andererseits verdeutlichen sie aber auch ein Prinzip, welchem bei der Benennung der Pflanzengesellschaften und ihrer Einordnung in höhere Einheiten gefolgt wurde. Die Phytozönosen und ihre höheren pflanzensoziologischen Einheiten wurden nämlich - soweit sinnvoll - neben möglichst bekannten, vor allem auch möglichst weitgefaßten Syntaxa zugeordnet. Dies erfolgte insbesondere aus zwei Gründen: Zunächst soll nicht zu einer weiteren, oftmals bemängelten Inflation von pflanzensoziologischen Einheiten, die den ordnenden, klassifizierenden Sinn der Pflanzensoziologie untergräbt, beigetragen werden. Daneben haben möglichst weitgefaßte pflanzensoziologische Einheiten gerade vor einem vegetationsgeographischen Hintergrund den Vorteil, daß hierüber großräumige Betrachtungen und Vergleiche der Vegetation wesentlich vereinfacht werden.

## D.

Mit dieser Studie zur Vegetation Nordwestspitzbergens wurde eine Vielzahl von Pflanzengesellschaften auf der Grundlage eigener Vegetationsaufnahmen umfassend dargestellt. Damit konnte ein wesentlicher Schritt zu einer Synopsis der Pflanzengesellschaften Nordwestspitzbergens und Spitzbergens insgesamt unternommen werden. Dennoch ist diese Zusammenstellung der Pflanzengesellschaften nicht ganz vollständig. Ansatzpunkte zur Vervollständigung der Synopsis der Pflanzengesellschaften wurden in den entsprechenden Kapiteln erwähnt. Bei den dargestellten Vegetationstypen sind weitere pflanzensoziologische Arbeiten innerhalb der Moor-, der Schneeboden- und der Vogelfelsen- und -rastplatzvegetation erforderlich.

Neben diesen Arbeiten zur Komplettierung der Übersicht über die Phytozönosen Nordwestspitzbergens bleibt teilweise auch die synsystematische Einordnung der Pflanzengesellschaften zu diskutieren. Dies wurde insbesondere am Beispiel des **Cetrarietum delisei** ausgeführt, dessen Zuordnung in die Klasse **Nardo-Callunetea** für die Bestände Spitzbergens nicht befriedigen kann. Um derart gelagerte Probleme zu lösen, bedarf es jedoch zusätzlicher Untersuchungen, die sogar über Spitzbergen hinaus weitere arktische Regionen einbeziehen sollten. Dies könnte im Endeffekt zu einem Prodomus der arktischen Vegetation führen. Hierfür bietet die vorgelegte Studie zahlreiche Anknüpfungspunkte.

Insofern liefert diese Studie einen Impuls, die pflanzensoziologische Erforschung der arktischen Vegetationsverhältnisse auch über Spitzbergen hinaus voranzutreiben. Gerade die Vegetation als ein landschaftsökologisches Merkmal hoher Integrationsstufe kann stark zum besseren Verständnis des gesamten arktischen Geoökosystems beitragen. Über die Erfassung und ein langfristiges Monitoring der Vegetation könnten in diesem Zusammenhang auch direkte wie indirekte Veränderungen dieses großen peripheren Raumes dokumentiert werden. Dabei handelt es sich um Aufgaben, die angesichts des zunehmenden anthropogenen Drucks auf die natürlichen Ressourcen der arktischen Regionen (beispielsweise durch die Exploitation von Rohstoffen, Schadstoffbelastungen oder den Tourismus), nicht vernachlässigt werden dürfen.

# Literaturverzeichnis

- Acock, A.M. (1940): Vegetation of a calcareous inner fjord in Spitsbergen. - *Journ. of Ecol.* 28: 81-106.
- AG Bodenkunde (1982): *Bodenkundliche Kartieranleitung*. 3. Aufl., Hannover 1982.
- Åhman, R. (1973): Pingos i Adventdalen och Reindalen på Spetsbergen. - *Svensk Geogr. Årsb.* 49: 190-197.
- Ahti, T., L. Hämet-Ahti & J. Jalas (1968): Vegetation zones and their sections in northwestern Europe. - *Ann. Bot. Fennici* 5: 169-211.
- Åkerman, J. (1980): Studies on periglacial geomorphology in West Spitsbergen. - *Medd. Lunds Univ., Geogr. Inst., Avhandl.* 89. 297 S.
- Aleksandrova, V.D. (1980): The Arctic and the Antarctic: Their Division into Geobotanical Areas. Univ. Press, Cambridge 1980. 247 S.
- Allesio, M.L. & L.L. Tieszen (1975): Patterns of carbon allocation in an arctic tundra grass, *Dupontia fisheri* (Gramineae), at Barrow, Alaska. - *Amer. J. Bot.* 62: 797-807.
- Alsos, I.G. & L. Lund (1999): Fjelløyentrost *Euphrasia frigida* funnet i Colesdalen, Svalbard. - *Blyttia* 57 (1): 36.
- Arnell, S. (1956): *Illustrated Moss Flora of Fennoscandia, I. Hepaticae*. CWK Gleerup Publ., Lund 1956. 308 S.
- Arnell, S. & O. Mårtensson (1959): A contribution to the knowledge of the bryophyte flora of W. Spitsbergen, and Kongsfjorden (Kings Bay, 79°N) in particular. - *Arkiv f. Bot.* 4 (6): 105-164.
- Baranowski, S. & W. Karlén (1976): Remnants of Viking Age tundra in Spitsbergen and Northern Scandinavia. - *Geogr. Ann.* 58 A: 35-40.
- Barkman, J.J. (1987): Preliminary investigations on the texture of high arctic tundra vegetation. In: A.H.L. Huiskes, C.W.P.M. Blom & J. Rozema (ed.): *Vegetation between land and sea*. Junk-Verl., Dordrecht u.a. 1987. S. 120-132.
- Barkman, J.J., J. Moravec & S. Rauschert (1986): Code of phytosociological nomenclature. - *Vegetatio* 67 (3): 145-195.
- Barsch, D., M. Gude, R. Mäusbacher, G. Schuhkraft & A. Schulte (1992): Untersuchungen zur aktuellen fluvialen Dynamik im Bereich des Liefdefjorden in NW-Spitzbergen. - *Stuttgarter Geogr. Studien* 117: 217-252.
- Barsch, D., M. Gude, G. Schuhkraft & A. Schulte (1994): Recent Fluvial Sediment Budgets in Glacial and Periglacial Environments. - *Zschr. f. Geomorph., Suppl.-Bd.* 97: 111-122.
- Billings, W.D. (1987): Constraints to plant growth, reproduction, and establishment in arctic environments. - *Arc. Alp. Res.* 19 (4): 357-365.
- Billings, W.D. & H.A. Mooney (1968): The ecology of arctic and alpine plants. - *Biol. Rev. of the Cambridge Phil. Soc.* 43 (4): 481-529.
- Bliss, L.C. (1962): Net primary production of tundra ecosystems. In: H. Lieth (ed.): *Die Stoffproduktion der Pflanzendecke*. Fischer-Verl., Stuttgart 1962. S. 35-45.
- Bliss, L.C. (1981): North American and Scandinavian tundras and polar deserts. In: L.C. Bliss, D.W. Heal & J.J. Moore (ed.): *Tundra ecosystems: A comparative analysis*. Univ. Press, Cambridge 1981. S. 8-24. (IBP 25).
- Blümel, W.-D. (1996): Das "ewige" Eis als Klimasensor. - *Forschung, Mitt. der DFG* 1996 (1): 4-7.
- Blümel, W.-D., J. Eberle & B. Eitel (1994): Zur jungquartären Vereisungsgeschichte und Landschaftsentwicklung in NW-Spitzbergen (Liefde-, Bock- und Woodfjord). - *Zschr. f. Geomorph., Suppl.-Bd.* 97: 31-42.
- Blytt, A. (1876): Essay on the immigration of the Norwegian flora during alternating rainy and dry periods. Christiania 1876. 89 S.
- Bøcher, T.W., K. Holmen & K. Jacobsen (1957): *Grønlands Flora*. København 1957.
- Boulton, G.S. (1979): Glacial history of the Spitsbergen archipelago and the problem of a Barents Shelf ice sheet. - *Boreas* 8: 31-57.
- Brandshaug, R. (1982): Deschampsia-mark på Svalbard. - *Hovedfagsoppg., Univ. Trondheim* 1982. 274 S.
- Brattbakk, I. (1979): Strandeng på Svalbard. - *Hovedfagsoppg., Univ. Trondheim* 1979. 268 S.
- Brattbakk, I. (1981a): Engelskbukta, Brøggerhalvøya, Svalbard. Vegetasjonskart 1 : 10 000. - *Kgl. Norske Vidensk. Selsk. Mus., Bot. avd.*

- Brattbakk, I. (1981b): Kiærfjellet, Brøggerhalvøya, Svalbard. Vegetasjonskart 1 : 10 000. - Kgl. Norske Vidensk. Selsk. Mus., Bot. avd.
- Brattbakk, I. (1981c): Kvadehuksletta, Brøggerhalvøya, Svalbard. Vegetasjonskart 1 : 10 000. - Kgl. Norske Vidensk. Selsk. Mus., Bot. avd.
- Brattbakk, I. (1981d): Leinstranda, Brøggerhalvøya, Svalbard. Vegetasjonskart 1 : 10 000. - Kgl. Norske Vidensk. Selsk. Mus., Bot. avd.
- Brattbakk, I. (1981e): Lovénøyane, Brøggerhalvøya, Svalbard. Vegetasjonskart 1 : 10 000. - Kgl. Norske Vidensk. Selsk. Mus., Bot. avd.
- Brattbakk, I. (1981f): Ny-Ålesund, Brøggerhalvøya, Svalbard. Vegetasjonskart 1 : 10 000. - Kgl. Norske Vidensk. Selsk. Mus., Bot. avd.
- Brattbakk, I. (1981g): Steenfjellet, Brøggerhalvøya, Svalbard. Vegetasjonskart 1 : 10 000. - Kgl. Norske Vidensk. Selsk. Mus., Bot. avd.
- Brattbakk, I. (1981h): Brandalspynten, Brøggerhalvøya, Svalbard. Vegetasjonskart 1 : 10 000. - Kgl. Norske Vidensk. Selsk. Mus., Bot. avd.
- Brattbakk, I. (1984): Adventdalen, Svalbard. Vegetasjonskart 1 : 50 000. - Kgl. Norske Vidensk. Selsk. Mus., Rapp., Bot. ser. 1983 (7): 11-16.
- Brattbakk, I. (1985a): Sven Olssonodden, Reinsdyrflya, Svalbard. Vegetasjonskart 1 : 20 000. - Kgl. Norske Vidensk. Selsk. Mus., Bot. avd.
- Brattbakk, I. (1985b): Kollebekken, Reinsdyrflya, Svalbard. Vegetasjonskart 1 : 20 000. - Kgl. Norske Vidensk. Selsk. Mus., Bot. avd.
- Brattbakk, I. (1985c): Lungane, Lågnesflya, Svalbard. Vegetasjonskart 1 : 20 000. - Kgl. Norske Vidensk. Selsk. Mus., Bot. avd.
- Brattbakk, I. (1985d): Vårsolbukta, Lågnesflya, Svalbard. Vegetasjonskart 1 : 20 000. - Kgl. Norske Vidensk. Selsk. Mus., Bot. avd.
- Brattbakk, I. (1985e): Velkomstpynten, Reinsdyrflya, Svalbard. Vegetasjonskart 1 : 20 000. - Kgl. Norske Vidensk. Selsk. Mus., Bot. avd.
- Brattbakk, I. (1985f): Worsleyhamna, Reinsdyrflya, Svalbard. Vegetasjonskart 1 : 20 000. - Kgl. Norske Vidensk. Selsk. Mus., Bot. avd.
- Brattbakk, I. (1985g): Laponiahelvøya, Svalbard. Vegetasjonskart 1 : 20 000. - Kgl. Norske Vidensk. Selsk. Mus., Bot. avd.
- Brattbakk, I. (1985h): Flora og vegetasjon. In: N.A. Øritsland (ed.): Svalbardreinen og dens livsgrunnlag. MAB i Norge, Svalbard prosjektet. Oslo 1985. S. 15-34.
- Brattbakk, I. (1986): Vegetasjonsregioner - Svalbard og Jan Mayen. In: Statens kartverk (ed.): Nasjonalatlas over Norge, Kartblad 4.1.3. Oslo 1986.
- Brattbakk, I., A. Frisvoll & E. Sendstad (1976): Vegetasjon, mikrofauna og rein på Reinsdyrflya. - Norsk Polarinst., Årb. 1974: 153-158.
- Braun-Blanquet, J. (1948-1950): Übersicht der Pflanzengesellschaften Rätiums 1, IV und V. - Vegetatio 1 u. 2: 29-41, 20-37 u. 214-237.
- Braun-Blanquet, J. (1964): Pflanzensoziologie. Grundzüge der Vegetationskunde. Springer-Verl., Wien u.a. 1964. 865 S.
- Braun-Blanquet, J. & H. Jenny (1926): Vegetationsentwicklung und Bodenbildung in der alpinen Stufe der Zentralalpen. - Neue Denkschr. schweiz. naturforsch. Ges. 63: 183-349.
- Braun-Blanquet, J., G. Sissingh & J. Vlioger (1939): Klasse Vaccinio-Picetea, Nadelholz- und Vacciniengheiden. Verbände der eurosibirisch-nordamerikanischen Region. - Prod. der Pflanzengesellschaften 6: 123 S.
- Braun-Blanquet, J., L. Emberger & R. Molinier (1947): Instructions pour l'établissement de la carte des groupements végétaux. - C.N.R.S. Service de la carte des groupements végétaux de la France. Montpellier 1947. 44 S.
- Bringer, K.-G. (1961): Den lågalpina Dryas-hedens differentiering och ståndortsekologi inom Torneträskområdet. - Svensk Bot. Tidsskr. 55 (2 u. 4): 349-375 u. 551-584.
- Brossard, T., S. Deruelle, P.L. Nimis & P. Petit (1984): An interdisciplinary approach to vegetation mapping on lichen-dominated systems in high-arctic environment, Ny Ålesund (Svalbard). - Phytocoenologia 12 (4): 433-453.

- Brückner, H. & R.A. Halfar (1994): Evolution and age of shorelines along Woodfiord, northern Spitsbergen. - Zschr. f. Geomorph., Suppl.-Bd. 97: 75-91.
- Brzoska, W. (1976): Produktivität und Energiegehalte von Gefäßpflanzen im Adventdalen (Spitzbergen). - Oecologia 22: 387-398.
- Büdel, J. (1969): Der Eisrinden-Effekt als Motor der Tiefenerosion in der exzessiven Talbildungszone. - Würzburger Geogr. Arb. 27: 1-41.
- Büdel, J. (1981): Klima-Geomorphologie. Borntraeger-Verl., Berlin u.a. 1981. 304 S.
- Callaghan, T.V. & U. Emanuelsson (1985): Population structure and processes of tundra plants and vegetation. In: J. White (ed.): The population structure of vegetation. Dordrecht 1985. S. 399-439.
- Callaghan, T.V., B.Å. Carlsson & N.J. Tyler (1989): Historical records of climate-related growth in *Cassiope tetragona* from the Arctic. - J. Ecol. 77: 823-837.
- Callaghan, T.V., A.D. Headley & J.A. Lee (1991): Root function related to the morphology, life history and ecology of tundra plants. - Plant root growth: An ecological perspective. - British Ecol. Soc., Spec. Publ. series 10: 311-340.
- Chapin, F.S. III., P.C. Miller, W.D. Billings & P.I. Coyne (1980): Carbon and nutrient budgets and their control in coastal tundra in Alaska. In: J. Brown, P.C. Miller, L.L. Tieszen & F.L. Bunnell (ed.): An Arctic Ecosystem. Stroudsburg 1980. S. 458-582.
- Chapin, F.S. III., G.R. Shaver & R.A. Kedrowski (1986): Environmental controls over carbon, nitrogen and phosphorus fractions in *Eriophorum vaginatum* in Alaskan tussock tundra. - J. Ecol. 74: 167-195.
- Crane, K., O. Eldholm, A.M. Myhre & E. Sundvor (1982): Thermal implications of the evolution of the Spitsbergen transform fault. - Tectonophysics 89: 1-32.
- Dahl, E. (1956): Rondane. Mountain vegetation in South Norway and its relation to the environment. Oslo 1956. 374 S.
- Dahl, E. & H. Krog (1973): Macrolichens of Denmark, Finland, Norway and Sweden. Universitetsforl., Oslo u.a. 1973. 185 S.
- Dahl, E., R. Elven, A. Moen & A. Skogen (1986): Vegetasjonsregionkart over Norge 1 : 500.000. In: Statens kartverk (ed.): Nasjonalatlas over Norge, Kartblad 4.1.1. Oslo 1986.
- Dahle, O. (1983): Snøleiepreget vegetasjon på Reinsdyrflya, Svalbard. - Kgl. Norske Vidensk. Selsk. Mus., Rapp., Bot. ser. 1983 (7): 17-32.
- Daniëls, F.J.A. (1982): Vegetation of the Angmagssalik District, Southeast Greenland, IV. Shrub, dwarf shrub and terricolous lichens. - Medd. om Grønland, Biosci. 10: 78 S.
- Dierschke, H. (1994): Pflanzensoziologie. Ulmer-Verl., Stuttgart 1994.
- Dierßen, K. (1992): Zur Synsystematik nordeuropäischer Vegetationstypen. 1. Alpine Vegetation und floristisch verwandte Vegetationseinheiten tieferer Lagen sowie der Arktis. - Ber. d. R.-Tüxen-Ges. 4: 191-226.
- Dierßen, K. (1996): Vegetation Nordeuropas. Ulmer-Verl., Stuttgart 1996. 838 S.
- Dobbs, C.G. (1939): The vegetation of Cape Napier, Spitsbergen. - Journ. of Ecol. 27: 126-148.
- Du Rietz, G.E. (1942): Rishetsförband i Torneträskområdets lågfjällsbälte. - Svensk Bot. Tidsskr. 36.
- Dubiel, E. (1991): Geobotanical problems of NW Sørkapp Land (Spitsbergen). - Zesz. Nauk, UJ Prace Bot. 22: 15-38.
- Dubiel, E. & M. Olech (1985): Vegetation map of the NW part of Sørkapp Land (Spitsbergen). - Zesz. Nauk. UJ, Prace Geogr. 63: 57-68.
- Dubiel, E. & M. Olech (1990): Plant communities of NW Sørkapp Land (Spitsbergen). - Zesz. Nauk. UJ, Prace Bot. 21: 35-73.
- Dubiel, E. & M. Olech (1991): Phytosociological map of the NW Sørkapp Land (Spitsbergen). - Zesz. Nauk. UJ, Prace Bot. 22: 47-54.
- Eberle, J. & W. Blümel (1992): Substratgenese und Bodenentwicklung im Bereich devonischer Sedimentgesteine des Liefde- und Bockfjordes. - Stuttgarter Geogr. Stud. 117: 193-205.
- Eberle, J., D. Thannheiser & L. Weber (1993): Untersuchungen zur Bodenbildung und Vegetation auf basaltischen Ausgangssubstraten in einem hocharktischen Geoökosystem (Bockfjord/Nordwestspitzbergen). - Norden 9: 1-29.
- Eberle, J. & D. Thannheiser (1995): Rezente Permafrostdegradierung: Auswirkungen auf Böden und Vegetation in Nordwestspitzbergen (Liefde- und Bockfjord). - Die Erde 126: 19-33.

- Ellenberg, H. (1986): Vegetation Mitteleuropas mit den Alpen in ökologischer Sicht. Ulmer-Verl., Stuttgart 1986. 989 S.
- Elvebakk, A. (1979): Plantesosiologi og fenologi i eit arktisk område: Stuphallet, Brøggerhalvøya, Svalbard. - Hovedfagsoppg., Univ. Trondheim 1979. 233 S.
- Elvebakk, A. (1985): Higher phytosociological syntaxa on Svalbard and their use in the subdivision of the Arctic. - *Nordic J. Bot.* 5: 273-284.
- Elvebakk, A. (1989): Biogeographical zones of Svalbard and adjacent areas based on botanical criteria. - Diss., Univ. Tromsø 1989.
- Elvebakk, A. (1994): A survey of plant associations and alliances from Svalbard. - *Journ. of Veg. Sci.* 5: 791-802.
- Elvebakk, A., R. Elven, S. Spjelkavik, D. Thannheiser & H.-J. Schweitzer (1994): *Botrychium boreale* and *Puccinellia angustata* ssp. *palibinii* new to Svalbard. - *Polarflokken* 18 (1): 133-140.
- Elvebakk, A. & S. Spjelkavik (1995): The ecology and distribution of *Empetrum nigrum* ssp. *hermaphroditum* on Svalbard and Jan Mayen. - *Nord. J. Bot.* 15: 541-552.
- Elvebakk, A. & P. Prestrud (eds.) (1996): A catalogue of Svalbard plants, fungi, algae and cyanobacteria. - Norsk Polarinst., Skr. 198.
- Elven, R. (1994): Norsk Flora. Begr. v. J. Lid & D.T. Lid. 6. Aufl., Det Norske Samlaget, Oslo 1994. 1014 S.
- Elven, R., M.-B. Eriksen, A. Elvebakk, B.E. Johannsen & T. Engelskjön (1990): Gipsdalen, Central Svalbard; Flora, Vegetation, and botanical values. Possible consequences of planned mining activities. - Norsk Polarinst., Rapp. 61: 27-66.
- Elven, R. & A. Elvebakk (1996): Part 1. Vascular Plants. In: A. Elvebakk & P. Prestrud (eds.): A catalogue of Svalbard plants, fungi, algae, and cyanobacteria. - Norsk Polarinst., Skr. 198: 9-55.
- Eurola, S. (1968): Über die Fjeldheidevegetation in den Gebieten von Isfjorden und Hornsund in Westspitzbergen. - *Aquilo, Ser. Bot.* 7: 1-56.
- Eurola, S. (1971): The middle arctic mire vegetation in Spitsbergen. - *Acta Agralia Fennica* 123: 87-107.
- Eurola, S. & A.V.K. Hakala (1977): The bird cliff vegetation of Svalbard. - *Aquilo, Ser. Bot.* 15: 1-18.
- Feyling-Hanssen, R.W. (1965): Shoreline displacement in central Vest-Spitsbergen. - Norsk Polarinst., Medd. 93: 1-5.
- Førland, E.J., I. Hanssen-Bauer & P.Ø. Nordli (1997): Climate statistics and longterm series of temperature and precipitation at Svalbard and Jan Mayen. - DNMI Rep., Klima 21. 72 S.
- Fox, J.F. (1983): Germinable seed banks of interior Alaskan tundra. - *Arc. Alp. Res.* 15 (3): 405-411.
- Frahm, J.-P. & W. Frey (1987): Moosflora. 2. Aufl., Ulmer-Verl., Stuttgart 1987. 525 S.
- Fredskild, B. (1998): The vegetation types of Northeast Greenland. A phytosociological study based mainly on material left by Th. Sørensen from the 1931-35 expeditions. - *Medd. om Grønland, Biosci.* 49. 84 S.
- Frey, W., J.-P. Frahm, E. Fischer & W. Lobin (1995): Die Moos- und Farnpflanzen Europas. Fischer-Verl., Stuttgart u.a. 1995. 426 S. (Kleine Kryptogamenflora Bd. IV).
- Furrer, G. (1959): Untersuchungen am subnivalen Formenschatz in Spitzbergen und in den Bündner Alpen. - *Geogr. Helvetica* 14 (4): 277-309.
- Furrer, G. (1992): Zur Gletschergeschichte des Liefdefjords. - *Stuttgarter Geogr. Studien* 117: 267-278.
- Gjærevoll, O. (1950): The snow-bed vegetation in the surroundings of Lake Torneträsk, Swedish Lapland. - *Svensk Bot. Tidsskr.* 1956 (1): 387-440.
- Gjærevoll, O. (1956): The plant communities of the Scandinavian alpine snow-beds. - *Kgl. Norske Vidensk. Selsk., Skr.* 1. 405 S.
- Gjessing, Y.T. & D.O. Øvstedal (1975): Energy budget and ecology of two vegetation types in Svalbard. - *Astarte* 8 (2). S. 83-92. 1975.
- Glaser, U. (1968): Junge Landhebung im Umkreis des Storfjord (SO-Spitzbergen). - *Würzburger Geogr. Arb.* 22: 1-22.
- Gugnacka-Fiedor, W. & B. Noryskiewicz (1982): The vegetation of Kaffiöyra, Oscar II Land, NW Spitsbergen. - *Acta Univ. Nicolai Copernici, Ser. Geogr.* 16: 203-238.
- Gundelwein, A. (1997): Eigenschaften und Umsetzung organischer Substanz in nordsibirischen Permafrostböden. - Diss., Univ. Hamburg 1997.
- Hadač, E. (1946): The plant-communities of Sassen Quarter, Vestspitsbergen. - *Studia Bot. Cechia* 7: 127-164.
- Hadač, E. (1960): The history of the flora of Spitsbergen and Bear Island and the age of some arctic plant species. - *Preslia* 32: 225-253.

- Hadač, E. (1989): Notes on plant communities of Spitsbergen. - *Folia Geobotanica et Phytotaxonomica* 24 (2): 131-169.
- Hallet, B. & S. Prestrud (1986): Dynamics of Periglacial Sorted Circles in Western Spitsbergen. - *Quaternary Res.* 26: 81-99.
- Hämet-Ahti, L. (1981): The boreal zone and its biotic subdivision. - *Fennia* 159 (1): 69-75.
- Hartmann, H. (1980): Beitrag zur Kenntnis der Pflanzengesellschaften Spitzbergens. - *Phytocoenologia* 8 (1): 65-147.
- Heinemeijer, H.D. (1979): De vegetatie van het westelijk gedeelte van Rosenbergdalen, Edgeöya, Svalbard. Part of results reindeer environment expedition Svalbard (REES '77). - *Res. Group Oecol. Cormophyta en Vegetatiekunde, Univ. Amsterdam, Intern. Rapp.* 67. 63 S.
- Hermansen, J.E. (1979): Vegetasjonsøkologi i et arktisk område, Bröggerhalvøya, Svalbard. - *Hovedfagsoppg., Univ. Trondheim* 1979. 139 S.
- Herstad, P. (1981): Vegetasjon og produktjonsforhold i Bolterdalen, Svalbard. - *Hovedfagsoppg., Univ. Trondheim* 1979. 193 S.
- Hisdal, V. (1985): *Geography of Svalbard*. Oslo 1985. 75 S. (Polarhåndbok 2).
- Hjelle, A. (1979): Aspects of the geology of Northwest Spitsbergen. - *Norsk Polarinst., Skr.* 167: 37-62.
- Hjelle, A. (1993): *Geology of Svalbard*. Oslo 1993. 163 S. (Polarhåndbok 7).
- Hjelmstad, R. (1981): Flora- og vegetasjonsundersøkelser på Barentsøya. - *MAB i Norge, Svalbardprosjektet, Rapp.* 8: 1-46.
- Hoel, A. & O. Holtedahl (1911): Les nappes de lave, les volcans et les sources thermales dans les environs de la Baie Wood au Spitsberg. - *Vidensk. Selsk., Skr., Mat.-Nat.Kl.* 8. 37 S.
- Hofmann, W. (1968): Geobotanische Untersuchungen in Südost-Spitzbergen. - *Ergebnisse d. Stauferland-Expedition 1959/60*, 8. 96 S.
- Hofmann, W. (1969): Das Puccinellietum phryganodis in Südost-Spitzbergen. - *Mitt. d. flor.-soz. AG, N.F.* 14: 224-230.
- Jankovska, V. (1994): Palaeoecological Research on the Lateglacial and Holocene Sediments in Svalbard (Results and Perspectives). - *Scripta Fac. Sci. Nat., Univ. Masaryk. Brun.* 24: 25-34.
- Kalela, A. (1939): Über Wiesen und wiesenartige Pflanzengesellschaften der Fischer-Halbinsel in Petsamo-Lappland. - *Acta Forest. Fenn.* 48 (2): 1-515.
- Kalliola, R. (1939): Pflanzensoziologische Untersuchungen in der alpinen Stufe Finnisch-Lapplands. - *Ann. Bot. Soc. Zool. Bot. Fenn. Vanamo* 13 (2). 322 S.
- Knaap, W.O. van der (1985): Human influence on natural Arctic vegetation in the 17th century and climatic change since A.D. 1600 in Northwest Spitsbergen: A paleobotanical study. - *Arc. Alp. Res.* 17 (4): 371-387.
- Knaap, W.O. van der (1988a): Palynology of two 4500 year old skua-mounds of the Arctic Skua (*Stercorarius parasiticus* (L.)) in Svalbard. - *Polar Res. n.s.* 6: 43-57.
- Knaap, W.O. van der (1988b): Age and stability of bird-manured vegetation on Spitsbergen. - *Acta Bot. Neerl.* 37 (2): 171-179.
- Knaap, W.O. van der (1988c): A pollen diagram from Bröggerhalvøya, Spitsbergen: Changes in vegetation and environment from ca. 4400 to ca. 800 BP. - *Arc. Alp. Res.* 20 (1): 106-116.
- Knaap, W.O. van der (1989): Past vegetation and reindeer on Egdeöya (Spitsbergen) between c. 7900 and c. 3000 BP, studied by means of peat layers and reindeer faecal pellets. - *J. Biogeogr.* 16: 379-394.
- Kobayashi, K., H. Kashiwaidani & H. Deguchi (1990): Vegetation of Bohemanflya in Spitsbergen. - In: T. Tasumi (ed.): *The Japanese Scientific Expeditions to Svalbard 1983-1988*. Tokyo 1990. S. 29-70.
- Koroleva, N.E. (1994): Phytosociological survey of the tundra vegetation of the Kola Peninsula, Russia. - *J. Veg. Sci.* 5: 803-812.
- Krog, H., H. Østhagen & T. Tønnsberg (1980): *Lavflora. Norske busk- og bladlav*. Univ.forlaget, Oslo u.a. 1980. 312 S.
- Kuc, M. (1963): Flora of mosses and their distribution on the north coast of Hornsund, S.W.-Svalbard. - *Fragm. Flor. Geobot.* 9 (3): 291-366.
- Lambert, J.D.H. (1968): The ecology and successional trends of tundra plant communities in the low arctic subalpine zone of the Richardson and British Mountains of the Canadian Western Arctic. - *Diss., Univ. British Columbia (Vancouver)* 1968. 164 S.

- Landwehr, J. (1966): Atlas van de Nederlandse Bladmossen. Kgl. Nederl. Natuurhist. Vereniging, Amsterdam 1966. 549 S.
- Lehmann, R. (1992): Solifluktion im Småbreen-Tal und Kvikkåa-Gebiet 1990-1991. - Stuttgarter Geogr. Studien 117: 291-301.
- Lid, J. (1967): Synedria of twenty vascular plants from Svalbard. - Bot. Jahrbücher 86: 481-493.
- Liedtke, H. & D. Glatthaar (1992): Abluation auf den Gesteinen des Siktefjellet am Liefdefjord (Spitzbergen). - Stuttgarter Geogr. Studien 117: 303-314.
- Lockwood, J.G. (1985): World Climatic Systems. Arnold-Publ., London 1985. 292 S.
- Lund, N. (1979): Luzula-mark på Svalbard. En vegetasjonsøkologisk undersøkelse i Adventdalen og på Brøggerhalvøya. - Hovedfagsoppg., Univ. Trondheim 1979. 158 S.
- Lye, K.A. & T. Berg (1988): Nye funn og endret antatt status for en del truede og sjeldne arter i Norge. - Blyttia 46: 23-32.
- Manabe, S. & R.T. Wetherald (1980): On the distribution of climate change resulting from an increase in CO<sub>2</sub> content of the atmosphere. - J. Atm. Sci. 37: 99-118.
- Mangerud, J., M. Bolstad, A. Elgersma, D. Helliksen, J.Y. Landvik, A.K. Lycke, O. Salvigsen, T. Sandahl & H.-P. Sejrup (1987): The Late Weichselian glacial maximum in Western Svalbard. - Polar Res. n.s. 5: 275-278.
- Mattick, F. (1949): Die Flechten Spitzbergens. - Polarforschung 2 (1/2): 261-273.
- Matveyeva, N.V. (1994): Floristic classification and ecology of tundra vegetation of the Taymyr Peninsula, northern Siberia. - J. Veg. Sci. 5: 813-828.
- Meier, K.-D. (1991): Studien zur periglaziären Landschaftsformung in Nordenskiöldland, Spitzbergen. - Cour. Forsch.-Inst. Senckenberg 143. 67 S.
- Meier, K.-D. (1996): Studien zur Periglaziärmorphologie der Varanger-Halbinsel, Nordnorwegen (mit einem Vergleich Finnmark - Nordenskiöldland, Zentrales Westspitzbergen). - Norden 11. 405 S.
- Meinardus, W. (1912): Beobachtungen über die Detritussortierung und Strukturböden auf Spitzbergen. - Zschr. Ges. Erdkunde 4: 250-259.
- Michelmores, A.P.G. (1934): Botany of the Cambridge Expedition to Edge Island, S.E. Spitsbergen, in 1927, Part II. - J. Ecol. 22: 156-176.
- Miller, G.H. (1982): Quaternary depositional episodes, Western Spitsbergen, Norway: Aminostratigraphy and glacial history. - Arc. Alp. Res. 14: 321-340.
- Mitchell, J.F.B., S. Manabe, V. Meleshko & T.L. Tokioka (1990): Equilibrium climate change and its implications for the future. In: J.T. Houghton, G.J. Jenkins & J.J. Ephraums (eds.): The IPCC assessment. Univ. Press, Cambridge 1990. S. 131-172.
- Molenaar, J.G. de (1974): Vegetation of the Angmagssalik district, Southeast Greenland. 1. Littoral vegetation. - Medd. om Grønland 198 (1): 1-79.
- Möller, I. & D. Thannheiser (1994): Flora des inneren Woodfjords, NW-Spitzbergen. - Polarforschung 62, 1992 (2/3), erschienen 1994: 91-94.
- Möller, I. & D. Thannheiser (1997): Eine Vegetationsoase im unteren Mimerdalen am Billefjord, Zentral-Spitzbergen. - Polarforschung 65, 1995 (2), erschienen 1997: 65-70.
- Möller, I., D. Thannheiser & C. Wüthrich (1998): Eine pflanzensoziologische und vegetationsökologische Fallstudie in Westspitzbergen. - Geoökodynamik XIX (1/2): 1-18.
- Mortensen, H. (1930): Einige Oberflächenformen in Chile und auf Spitzbergen im Rahmen einer vergleichenden Morphologie der Klimazonen. - Peterm. Geogr. Mitt., Erg.heft 209: 47-156.
- Müller, M.J. (1979): Handbuch ausgewählter Klimastationen der Erde. Trier 1979.
- Myrcha, A. & A. Tatur (1991): Ecological role of the current and abandoned penguin rookeries on the land environment of the maritime Antarctic. - Polish Polar Res. 12 (1): 3-24.
- Nadelhoffer, K.J., A.E. Giblin, G.R. Shaver & A.E. Linkins (1992): Microbiale processes and plant nutrient availability in arctic soils. In: F.S. Chapin III., R.L. Jefferies, J.F. Reynolds, G.R. Shaver & J. Svoboda (ed.): Arctic ecosystems in a changing climate. Acad. Press, San Diego 1992. S. 281-300.
- Nams, M.L.N. & B. Freedman (1987): Ecology of heath communities dominated by *Cassiope tetragona* at Alexandra Fiord, Ellesmere Island, Canada. - Holarct. Ecol. 10: 22-32.
- Nathorst, A.G. (1883): Studien über die Flora Spitzbergens. - Bot. Jahrbücher 1883: 432-448.
- Neilson, A.H. (1968): Vascular plants from the northern part of Nordaustlandet, Svalbard. - Norsk Polarinst., Skr. 143: 1-62.

- Nilsen, L. (1997): Classification and ecological analysis of vegetation on open calcareous ridges in Sassendalen, Spitsbergen. In: *Vegetation of calcareous habitats in Svalbard*. - Diss., Univ. Tromsø 1997. S. 94-114.
- Nimis, P.L. (1985): Structure and floristic composition of a high arctic tundra, Ny Ålesund (Svalbard archipelago). - *Inter-Nord* 17: 47-58.
- Nordhagen, R. (1928): Die Vegetation und Flora des Sylenegebietes. I. Die Vegetation. - *Norske Vidensk. Akad., Math.-Nat. Kl., Skr.* 1927 (1). 612 S.
- Nordhagen, R. (1935): Om *Arenaria humifusa* Wg. og dens betydning for utforskningen av Skandinavias eldste floraelement. - *Bergens Mus., Årb.* 1935 (1). 185 S.
- Nordhagen, R. (1936): Versuch einer neuen Einteilung der subalpinen-alpinen Vegetation Norwegens. - *Bergens Mus., Årb.* 1936 (7). 88 S.
- Nordhagen, R. (1943): Sikilsdalen og Norges fjellbeiter. - *Bergens Mus. Skr.* 22.
- Nordhagen, R. (1954): Studies on the vegetation of salt and brackish marshes in Finmark (Norway). - *Vegetatio* 5 (6): 381-394.
- Nyholm, E. (1954-1986): *Illustrated Mossflora of Fennoscandia, II. Musci. Fasc. I, II, III, IV, V, VI.* CWK Gleerup Publ., Lund 1954-1986.
- Oberbauer, S.F. & P.C. Miller (1979): Plant water relations in montane and tussock tundra vegetation types in Alaska. - *Arc. Alp. Res.* 11: 69-81.
- Oberbauer, S.F. & P.C. Miller (1981): Some aspects of plant water relations in Alaska arctic tundra species. - *Arc. Alp. Res.* 13: 205-218.
- Oberdorfer, E. (1990): *Pflanzensoziologische Exkursionsflora.* 6. Aufl., Ulmer-Verl., Stuttgart 1990. 1050 S.
- Odasz, A.M. (1994): Nitrate reductase activity in vegetation below an arctic bird cliff, Svalbard, Norway. - *J. Veg. Sci.* 5: 913-920.
- Oosting, H.J. (1948): Ecological notes on the flora (incl. Jan Mayen). In: L.A. Boyd (ed.): *The coast of Northeast Greenland*. - *Amer. Geogr. Soc., Spec. Publ.* 30: 225-269.
- Österholm, A.C. (1986): Studies of lake sediments and deglaciation on Prins Oscars Land, Nordaustlandet, Svalbard. - *Geogr. Ann.* 68 A: 329-334.
- Philippi, G. (1973): Moosflora und Moosvegetation des Freeman-Sund-Gebietes (Südost-Spitzbergen). - *Ergebnisse d. Stauferland-Expedition 1959/67*, 7. 83 S.
- Piepjoh, K. (1994): Tektonische Evolution der Devongräben (Old Red) in NW-Svalbard. - Diss., Geol.-Paläont. Inst., Univ. Münster 1994. S. 170.
- Piepjoh, K. & F. Thiedig (1992): Tektonische Entwicklung des kaledonischen Basements und der postkaledonischen Old Red-Sedimente in NW-Spitzbergen (Liefdefjorden - Woodfjorden). - *Stuttgarter Geogr. Studien* 117: 13-35.
- Piepjoh, K., U. Harling, S. Klee, M. Möller & F. Thiedig (1992): Geologische Neukartierung der Germaniahelvöya, Haakon VII Land, NW-Spitzbergen, Svalbard. - *Stuttgarter Geogr. Studien* 117: 37-54.
- Pihakaski, K. (1988): Seasonal changes in the chloroplast ultrastructure of *Diapensia lapponica*. - *Nordic J. Bot.* 8 (4): 361-367.
- Polunin, N. (1945): Plant life in Kongsfjord, West Spitsbergen. - *J. Ecol.* 33: 82-108.
- Polunin, N. (1948): Botany of the Canadian Eastern Arctic III. Vegetation and ecology. - *Bull. Nat. Mus. Canada* 104, Biol. ser. 32: 1-304.
- Poser, H. (1931): Beiträge zur Kenntnis der arktischen Bodenformen. - *Geol. Rundschau* 22: 200-231.
- Rapp, A. (1960): Talus Slopes and Mountain Walls at Tempelfjorden, Spitsbergen. - *Norsk Polarinst., Skr.* 119: 1-96.
- Reichelt, G. & O. Wilmanns (1973): *Vegetationsgeographie.* Braunschweig 1973. 210 S. (Das Geogr. Sem., Prakt. Arbeitsweisen).
- Resvoll-Holmen, H. (1913): Exploration du Nord-Ouest du Spitzberg entreprise par la mission Isachsen. Cinquieme Partie: Observations botaniques. - *Résultats des campagnes sci. accomplies sur son yacht par Albert I., Fasc. 44.* Monaco 1913. 81 S.
- Rønning, O.I. (1959): Noen høydegrensener for planter på Spitsbergen. - *Blyttia* 17: 53-60.
- Rønning, O.I. (1963): Phytogeographical problems in Svalbard. In: A. & D. Löve (ed.): *North Atlantic Biota and their History.* Oxford u.a. 1963. S. 99-107.

- Rønning, O.I. (1965a): Et bidrag til forståelsen av de arktiske planters historie på Svalbard. Sammendrag og konklusjoner. Trondheim 1965. 20 S.
- Rønning, O.I. (1965b): Studies in Dryadion of Svalbard. - Norsk Polarinst., Skr. 134: 1-52.
- Rønning, O.I. (1969): Features of the ecology of some arctic Svalbard (Spitsbergen) plant communities. - Arc. Alp. Res. 1 (1): 29-44.
- Rønning, O.I. (1972): The distribution of the vascular cryptogams and monocotyledons in Svalbard. - Kgl. Norske Vidensk. Selsk., Skr. 24: 1-63.
- Rønning, O.I. (1979): Svalbards Flora. 2. utg., Oslo 1979. 128 S.
- Rønning, O.I. (1996): The Flora of Svalbard. Oslo 1996. 184 S. (Polarhåndbok 10).
- Salvigsen, O. & A.C. Österholm (1982): Radiocarbon dated raised beaches and glacial history of the northern coast of Spitsbergen, Svalbard. - Polar Res. n.s. 1: 97-115.
- Salvigsen, O. & R. Nydal (1981): The Weichselian glaciation in Svalbard before 15000 B.P. - Boreas 10: 433-446.
- Sasse, E. (1985): Zur Küstenvegetation Mittelnorwegens. - Diss., Univ. Münster 1985. 222 S.
- Savile, D.B.O. (1972): Arctic adaptations in plants. - Canada Dep. Agriculture (Ottawa), Monograph 6. 81 S.
- Scherer, D. (1994): Slush stream initiation in a high arctic drainage basin in NW-Spitsbergen. An energy balance based approach combining field methods, remote sensing and numerical modelling. - Stratus 1. 96 S.
- Schmithüsen, J. (1957): Anfänge und Ziele der Vegetationsgeographie. - Mitt. flor.-soz. AG, N.F. 6/7: 52-78.
- Scholander, P.F. (1934): Vascular plants from northern Svalbard with remarks on the vegetation in North-East Land. - Norges Svalbard- og Ishavsunders., Skr. 62. 153 S.
- Schweitzer, H.-J. (1992): Vorläufiger Bericht über die während der geowissenschaftlichen Spitzbergen-Expedition 1990 (SPE 90) erzielten paläobotanischen Ergebnisse. - Stuttgarter Geogr. Studien 177: 55-72.
- Shift, M.J., O.W. Heal & J.M. Anderson (1979): Decomposition in terrestrial ecosystems. Blackwell-Publ., Oxford 1979.
- Shumway, S.W. (1992): Salt stress limitation of seedling recruitment in a salt marsh plant community. - Oecol. 92: 490-497.
- Siira, J. & H. Haapala (1969): Studies in the distribution and ecology of *Puccinellia phryganodes* (Trin.) Scribn. u. Merr. in Finland. - Aquilo, Ser. Bot. 6: 1-24.
- Skjeltkvåle, B.L., H.E.F. Amundsen, S.Y. O'Reilly, W.L. Griffin & W.L. Gleisvik (1989): A primitive alkali basaltic stratovolcano and associated eruptive centres, northwestern Spitsbergen: Volcanology and tectonic significance. - J. Volcanology and Geothermal Res. 37: 1-19.
- Stäblein, G. (1992): Zur quartären Klima- und Permafrostentwicklung am Liefdefjorden/Nordwestspitzbergen. Ergebnisse der Spitzbergenexpedition SPE 90. - Stuttgarter Geogr. Studien 117: 355-368.
- Steffensen, E.L. (1982): The Climate at Norwegian Arctic Stations. - DNMI Rep., Klima 5. 44 S.
- Steubing, L. & A. Fangmeier (1992): Pflanzenökologisches Praktikum. Gelände- und Laborpraktikum der terrestrischen Pflanzenökologie. Ulmer-Verl., Stuttgart 1992. 205 S.
- Summerhayes, V.S. & C.S. Elton (1923): Contribution to the ecology of Spitsbergen and Bear Island. - J. Ecol. 11: 214-286.
- Summerhayes, V.S. & C.S. Elton (1928): Further contributions to the ecology of Spitsbergen. - J. Ecol. 14 (2): 193-268.
- Sunding, P. (1962): Høydegrensener for høyere planter på Svalbard. - Norsk Polarinst., Årb. 1960: 32-59.
- Sunding, P. (1990): Bibliographia Phytosociologica. Norwegian Possessions in the Polar Regions. - Excerpta Botanica, Sect. B, Bd. 27: 157-169.
- Thannheiser, D. (1974): Beobachtungen zur Küstenvegetation der Varanger-Halbinsel (Nord-Norwegen). - Polarforschung 44 (2): 148-159.
- Thannheiser, D. (1975): Beobachtungen zur Küstenvegetation auf dem westlichen kanadischen Arktis-Archipel. - Polarforschung 45 (1): 1-16.
- Thannheiser, D. (1976): Ufer- und Sumpfvvegetation auf dem westlichen kanadischen Arktis-Archipel und Spitzbergen. - Polarforschung 46 (2): 71-82.
- Thannheiser, D. (1981): Die Küstenvegetation Ostkanadas. - Münstersche Geogr. Arb. 10. 201 S.
- Thannheiser, D. (1987): Die Vegetationszonen der westlichen kanadischen Arktis. - Hamburger Geogr. Stud. 43: 159-177.

- Thannheiser, D. (1992): Vegetationskartierungen auf der Germaniahälvyöya. - Stuttgarter Geogr. Studien 117: 141-160.
- Thannheiser, D. (1994): Vegetationsgeographisch-synsoziologische Untersuchungen am Liefdefjord (NW-Spitzbergen). - Zschr. f. Geomorph., Suppl.-Bd. 97: 205-214.
- Thannheiser, D. (1996): Spitzbergen. Ressourcen und wirtschaftliche Entwicklung einer Inselgruppe. - Geogr. Rundschau 48: 268-274.
- Thannheiser, D. (1998): North Atlantic Coastal Vegetation. In: D.H. Kelletat (ed.): German Coastal Research. The Last Decade 1988 - 1998. Inst. f. wiss. Zusammenarbeit, Tübingen 1998. S. 221-233.
- Thannheiser, D. & W. Hofmann (1977): Pflanzengesellschaften am Meeresstrand im Kongs- und Krossfjord (West-Spitzbergen). - Doc. phytosociologiques N.S. 1: 297-303.
- Thannheiser, D. & T. Willers (1988): Die Pflanzengesellschaften der Salzwiesen in der westlichen kanadischen Arktis. - Hamburger Geogr. Stud. 44: 207-222.
- Thannheiser, D. & B. Geesink (1990): Dryasreiche Vegetationseinheiten mit besonderer Berücksichtigung der westlichen kanadischen Arktis. - Mitt. Geogr. Ges. Hamburg 80: 175-205.
- Thannheiser, D. & I. Möller (1992): Vegetationsgeographische Literaturliste von Svalbard (einschließlich Bjørnøya und Jan Mayen). - Hamburger Vegetationsgeogr. Mitt. 6: 89-114.
- Thannheiser, D. & I. Möller (1994): Frostbodenformen im inneren Woodfjord, NW-Spitzbergen. - Zschr. f. Geomorph., Suppl.-Bd. 97: 195-203.
- Thannheiser, D., I. Möller & C. Wüthrich (1998): Eine Fallstudie über die Vegetationsverhältnisse, den Kohlenstoffhaushalt und mögliche Auswirkungen klimatischer Veränderungen in Westspitzbergen. - Verhandl. Ges. f. Ökologie 28: 475-484.
- Thomson, J.W. (1984): American Arctic Lichens. I. Macrolichens. Columbia Univ. Press, New York 1984.
- Tüxen, R. (1974): Die Pflanzengesellschaften Nordwestdeutschlands. 2. Aufl., Hannover 1974. 207 S.
- Tüxen, R. (1975): Dauer-Pioniergesellschaften als Grenzfall der Initialgesellschaften. - Ber. Int. Symp. Sukzessionsforschung 1973. S. 13-30.
- Vevele, O. (1983a): Norwegian vegetation types. A preliminary survey of higher syntaxa. - Tuexenia 3: 169-178.
- Vevele, O. (1983b): Norske vegetasjonstypar I. Forarbeid til nytt kodesystem for kartlegging i store målesstokkar. Bø 1983. 41 S.
- Vevele, O. (1983c): Norske vegetasjonstypar II. Forarbeid til plantesosiologisk oversikt. Bø 1983. 71 S.
- Virtanen, R.J. & S. Euroala (1997): Middle oroarctic vegetation in Finland and middle-northern arctic vegetation on Svalbard. Uppsala. - Acta Phytogeogr. Suec. 82: 1-60.
- Virtanen, R.J., P.A. Lundberg, J. Moen & L. Oksanen (1997): Topographic and altitudinal patterns in plant communities on European arctic islands. - Polar Biol. 17: 95-113.
- Walker, M.A., F.J.A. Daniëls & E. van der Maarel (1994): Circumpolar arctic vegetation: Introduction and perspectives. - J. Veg. Sci. 5, 1994: 758-764.
- Walter, H. & H. Straka (1970): Arealkunde. Floristisch-historische Geobotanik. Ulmer-Verl., Stuttgart 1970. 478 S.
- Walter, H. & S.-W. Breckle (1986): Spezielle Ökologie der Gemäßigten und Arktischen Zonen Euro-Nordasiens. - Ökologie der Erde, Bd. 3. Fischer-Verl., Stuttgart 1986.
- Walton, J. (1922): A Spitsbergen salt marsh: With observations on the ecological phenomena attendant on the emergence of land from the sea. - J. Ecol. 10: 109-121.
- Warming, E. (1888): Om Grønlands vegetation. - Medd. om Grønland 12.
- Warren Wilson, J. (1957a): Arctic plant growth. - Adv. Sci. 13: 383-388.
- Warren Wilson, J. (1957b): Observations on the temperatures of arctic plants and their environment. - J. Ecol. 45: 499-531.
- Webber, P.J. (1978): Spatial and temporal variation of the vegetation and its production, Barrow, Alaska. In: L.L. Tieszen (ed.): Vegetation and production ecology of an Alaskan arctic tundra. New York 1978. - Ecol. Stud. 29: 37-112.
- Wegener, C., M. Hansen & L.B. Jacobsen (1992): Vegetasjonsovervåkning på Svalbard 1991. Effekter av reinbeite ved Kongsfjorden, Svalbard. - Norsk Polarinst., Medd. 121: 1-30.
- Wilmanns, O. (1984): Ökologische Pflanzensoziologie. 3. Aufl., Quelle & Meyer-Verl., Heidelberg 1984. 372 S.
- Wirth, V. (1995): Flechtenflora. 2. Aufl., Ulmer-Verl., Stuttgart 1995. 661 S.

- Wollesen, D. (1997): Landschaftsökologische Vergleichsstudie zur nordeuropäischen Tundra (NW-Spitzbergen/N-Schweden). - Giessener Geogr. Schr. 74. 216 S.
- Wüthrich, C. (1991): Landschaftsökologische Umweltforschung: Beiträge zu den Wechselwirkungen zwischen biotischen und abiotischen Faktoren im hocharktischen Ökosystem (Spitzbergen). - Die Erde 122: 335-352.
- Wüthrich, C. (1994): Die biologische Aktivität arktischer Böden mit spezieller Berücksichtigung ornithogen eutrophierter Gebiete (Spitzbergen und Finnmark). - Physiogeographica, Basler Beitr. z. Physiogeogr. 17. 222 S.
- Wüthrich, C., I. Möller & D. Thannheiser (1999): CO<sub>2</sub>-fluxes in different plant communities of a high-Arctic tundra watershed (Western Spitsbergen). - J. Veg. Sci. 10: 413-420.
- Wüthrich, C. & D. Thannheiser (im Druck): Flora und Vegetation des St. Jonsfjords (Westspitzbergen) unter besonderer Berücksichtigung der ornithogenen Tundra. - Norden 13.
- Yurtsev, B.A. (1994): Floristic division of the Arctic. - J. Veg. Sci. 5: 765-776.

## **Anhang**

- A. (Teil-) Stetigkeitstabellen**
  
- B. Pflanzensoziologische Tabellen:  
Tab. 49, 51, 53 und 56**
  
- C. Vergleichende Gefäßpflanzenliste Liefde-, Woodfjord  
und Eidembukta**

# A.

**Tabelle A1: Stetigkeitstabelle der Wasser- und Moorvegetation.**

- |  |  |
|--|--|
| 1. Arctophiletum fulvae,                 | 6. Calliergono-Caricetum saxatilis                   |
| 2. Pleuropogon sabinei-Gesellschaft,     | 7. Carex lachenalii-Gesellschaft                     |
| 3. Drepanoclado-Ranunculetum hyperborei, | 8. Carex parallela-Gesellschaft                      |
| 4. Bryo-Dupontietum pelligerae,          | 9. Eriophorum angustifolium ssp. triste-Gesellschaft |
| 5. Caricetum stantis                     |  |

Pflanzengesellschaft	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Mittlere Artenzahl	5	6,3	4,4	8,2	5	17,3	18,4	18,3	19,4
Zahl der Aufnahmen	12	6	9	9	5	8	8	6	5
Arctophila fulva var. fulva	V (2-5)	.	I (1)	I (1)	.	.	.	.	.
Pleuropogon sabinei	.	V (3)	.	.	.	.	.	.	.
Ranunculus hyperboreus ssp. arnellii	III (1)	I (+)	V (3-4)	III (+-1)	.	+ (+)	I (+)	.	.
Dupontia pelligera	.	.	.	V (3-5)	II (+-1)	.	.	.	.
Carex aquatilis ssp. stans	.	.	.	.	V (4)	.	.	.	.
Carex saxatilis	.	.	.	.	.	V (4-5)	.	.	.
Carex lachenalii	.	.	.	.	.	.	V (4-5)	.	.
Carex parallela	.	.	.	.	.	.	.	V (4)	.
Eriophorum angustifolium ssp. triste	.	.	.	.	I (+)	III (+-2)	I (1)	I (2)	V (4)
Cardamine pratensis ssp. polemonioides	II (+-1)	IV (+-1)	I (+)	II (1)	.	+ (1)	II (1)	I (+)	II (+)
Equisetum arvense ssp. boreale	.	II (+-1)	.	III (+-2)	.	III (+-2)	V (+-2)	IV (1)	IV (+-1)
Juncus biglumis	.	.	.	II (+)	II (+)	IV (1)	II (+-1)	IV (+-2)	V (1)
Deschampsia alpina	+ (+)	.	.	.	.	III (+-2)	II (1)	I (+)	IV (+-1)
Salix polaris	.	.	.	.	II (1)	V (+-2)	V (1-2)	V (2)	V (2-3)
Saxifraga foliolosa	+ (+)	.	.	.	.	I (+)	.	I (+)	III (+)
Bistorta vivipara	.	.	.	.	.	V (1-2)	V (+-2)	V (1-3)	V (+-2)
Equisetum scirpoides	.	.	.	.	.	I (+-1)	I (1)	III (+-1)	I (+)
Eriophorum scheuchzeri	.	.	.	I (1)	.	III (+-2)	.	II (+-1)	.
Alopecurus borealis	.	.	.	.	.	III (1-2)	I (+)	IV (+)	.
Equisetum variegatum	.	.	.	.	.	I (1)	II (1)	II (+-1)	.
Saxifraga cernua	.	.	.	.	.	I (+)	II (+-1)	.	II (+)
Saxifraga oppositifolia	.	.	.	.	.	+ (1)	.	II (+)	II (1)
Cerastium regelii	I (+)	.	.	.	.	.	II (1)	.	.
Silene acaulis	.	.	.	.	.	+ (1)	II (+-1)	.	.
Pedicularis hirsuta	.	.	.	.	.	+ (+)	.	II (+)	.
Oxyria digyna	.	.	.	.	.	.	II (1-2)	I (+)	.
Poa alpina var. vivipara	.	.	.	.	.	.	I (2)	I (+)	.
Ranunculus sulphureus	.	.	.	.	.	.	IV (+-1)	.	IV (+-1)
Draba lactea	.	.	.	.	.	.	.	II (+)	I (+)

... Fortsetzung Tabelle A1

Pflanzengesellschaft	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Eutrema edwardsii	.	.	.	.	.	.	.	I (+)	II (+)
Stellaria longipes	.	.	.	.	.	.	.	I (+)	II (+)
Carex fuliginosa ssp. misandra	.	.	.	.	.	.	.	III (+-2)	III (1)
Carex ursina	+ (+)	.	.	.	.	.	.	.	.
Cochlearia groenlandica	+ (+)	.	.	.	.	.	.	.	.
Phippsia algida	.	.	II (1)	.	.	.	.	.	.
Saxifraga hirculus	.	.	.	.	I (+)	.	.	.	.
Carex rupestris	.	.	.	.	.	+ (2)	.	.	.
Koenigia islandica	.	.	.	.	.	+ (+)	.	.	.
Cerastium arcticum	.	.	.	.	.	.	II (1-2)	.	.
Minuartia biflora	.	.	.	.	.	.	I (1)	.	.
Trisetum spicatum	.	.	.	.	.	.	I (1)	.	.
Poa alpina var. alpina	.	.	.	.	.	.	I (1)	.	.
Poa arctica ssp. caespitans var. vivipara	.	.	.	.	.	.	I (1)	.	.
Saxifraga nivalis	.	.	.	.	.	.	I (+)	.	.
Dryas octopetala	.	.	.	.	.	.	.	II (1-2)	.
Poa arctica ssp. caespitans	.	.	.	.	.	.	.	I (+)	.
Draba oxycarpa	.	.	.	.	.	.	.	I (+)	.
Minuartia rossii	.	.	.	.	.	.	.	I (+)	.
Silene uralensis ssp. arctica	.	.	.	.	.	.	.	I (+)	.
Drepanocladus exannulatus	.	.	V (2-4)	.	.	II (2-4)	II (+)	.	III (+-1)
Calliergon sarmentosum	.	.	V (+-3)	I (1)	.	V (2)	II (1-3)	.	.
Drepanocladus revolvens	IV (1-4)	V (2-4)	II (2-4)	V (2-4)	I (2)	III (3-4)	V (1-4)	IV (2)	V (2)
Orthothecium chryseon	II (1)	.	.	I (2)	II (+)	V (2-3)	IV (1-2)	V (1-2)	III (1-3)
Scorpidium scorpioides	I (3-4)	IV (+-2)	I (1)	I (1)	.	III (+)	IV (+)	.	.
Cinclidium arcticum	.	V (+-2)	I (+)	II (+-3)	.	II (1)	II (+)	.	II (+-2)
Bryum spec.	.	II (1-2)	.	IV (1-4)	.	II (2)	IV (1-3)	IV (2)	IV (+-3)
Tomenthypnum nitens	.	.	.	III (1-3)	II (+)	V (1-3)	IV (1-3)	V (2-3)	II (3)
Campylium stellatum	.	.	.	II (2-3)	I (1)	.	IV (+-2)	V (1-2)	V (1-2)
Calliergon turgescens	II (+-1)	.	I (+)	IV (2-3)	.	.	.	IV (+-1)	.
Bryum pseudotriquetrum	+ (+)	.	.	.	.	III (1-2)	.	IV (+-1)	III (1-3)
Bryum cryophilum	.	II (1-3)	.	II (2)	.	.	I (2)	.	.
Drepanocladus uncinatus	.	I (1)	.	.	.	IV (+-4)	V (2-3)	.	.
Calliergon richardsonii	.	.	II (2-3)	II (+-1)	I (1)	.	.	.	.
Aulacomnium palustre	.	.	.	I (1)	.	+ (+)	.	II (+-2)	.
Hypnum revolutum	.	.	.	.	II (1)	.	V (1-3)	.	IV (+-1)
Polytrichum sexangulare	.	.	.	.	II (+-1)	.	V (+-2)	.	IV (+-1)
Distichium capillaceum	.	.	.	.	.	II (1)	.	V (+-2)	V (1-2)
Drepanocladus fluitans	II (+-2)	.	.	II (+-2)	.	.	.	.	.

... Fortsetzung Tabelle A1

Pflanzengesellschaft	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Oncophorus virens	I (+-1)	.	.	.	.	.	.	I (+)	.
Paludella squarrosa	.	.	I (1)	I (1)	.	.	.	.	.
Mnium spec.	.	.	.	II (+-2)	.	.	.	.	III (1-2)
Aulacomnium turgidum	.	.	.	.	.	V (1-3)	.	.	IV (+-2)
Ditrichum flexicaule	.	.	.	.	.	V (+-2)	.	IV (+-1)	.
Hylocomium splendens	.	.	.	.	.	.	II (3)	.	II (1)
Polytrichum alpinum	.	.	.	.	.	.	II (+-1)	.	II (+)
Brachythecium spec.	I (+-1)	.	.	.	.	.	.	.	.
Algen	+ (3)	.	.	.	.	.	.	.	.
Drepanocladus tundrae	+ (1)	.	.	.	.	.	.	.	.
Calliergon giganteum	.	IV (+-2)	.	.	.	.	.	.	.
Bryum pallescens	.	.	II (2-4)	.	.	.	.	.	.
Isopterygiopsis pulchella	.	.	.	I (+)	.	.	.	.	.
Ptilidium ciliare	.	.	.	.	I (1)	.	.	.	.
Hypnum pratense	.	.	.	.	.	I (2)	.	.	.
Bartramia ithyphylla	.	.	.	.	.	I (1)	.	.	.
Calliergon stramineum	.	.	.	.	.	+ (+)	.	.	.
Barbilophozia lycopodioides	.	.	.	.	.	.	III (+-1)	.	.
Anthelia juratzkana	.	.	.	.	.	.	II (+)	.	.
Dicranum elongatum & angustum	.	.	.	.	.	.	II (+)	.	.
Gymnomitrium concinnatum	.	.	.	.	.	.	I (1)	.	.
Cirriphyllum cirrosum	.	.	.	.	.	.	I (+)	.	.
Lophozia spec.	.	.	.	.	.	.	I (+)	.	.
Mnium pseudopunctatum	.	.	.	.	.	.	.	II (1-2)	.
Cinclidium stygium	.	.	.	.	.	.	.	II (1)	.
Dicranum spec.	.	.	.	.	.	.	.	I (1)	.

**Tabelle A2: Teilstetigkeitstabelle der Naßstellenvegetation.**

1. Calliergono-Bryetum cryophilii, 2. Tomenthypnetum involuti,  
3. Deschampsietum alpinae

Pflanzengesellschaft	1	2	3
Mittlere Artenzahl	7,1	12,9	19,5
Zahl der Aufnahmen	9	10	14
Deschampsia alpina	.	.	V (3-4)
Saxifraga cernua	III (+)	III (+-1)	IV (+-1)
Saxifraga oppositifolia	II (+)	III (+)	IV (+-1)
Cerastium regelii	III (+)	I (+)	IV (+-1)
Oxyria digyna	III (+-2)	III (1-2)	II (+-1)
Cochlearia groenlandica	III (+-1)	III (+-1)	II (+)
Bistorta vivipara	II (+)	II (+-2)	III (+-1)
Poa alpina var. alpina	III (+-2)	I (1-2)	II (+-1)
Saxifraga cespitosa	I (+)	III (+-1)	II (+-1)
Sagina nivalis	II (+)	.	II (+-1)
Salix polaris	.	III (1-2)	IV (1-3)
Cardamine pratensis ssp. polemonioides	.	I (+-1)	IV (+-1)
Luzula arcuata ssp. confusa	.	III (+-2)	II (1-2)
Draba lactea	.	+ (+)	III (+)
Stellaria longipes	.	II (+-1)	II (+-1)
Cerastium alpinum	.	II (+)	I (+)
Ranunculus sulphureus	.	I (+)	II (+)
Juncus biglumis	.	.	V (+-2)
Phippsia algida	.	.	IV (+-1)
Saxifraga foliolosa	.	.	III (+-2)
Ranunculus hyperboreus ssp. arnellii	.	.	II (+-1)
Saxifraga tenuis	.	.	II (+-1)
Equisetum variegatum	.	.	II (+)
Saxifraga nivalis	.	.	II (+)
Draba alpina	.	.	II (+)
Equisetum arvense ssp. boreale	.	.	I (+-1)

Pflanzengesellschaft	1	2	3
Bryum cryophilum	V (4-5)	.	.
Tomenthypnum nitens	.	V (4-5)	III (+-1)
Drepanocladus uncinatus	II (1-2)	IV (1-2)	.
Calliergon sarmentosum	III (+-2)	I (1-2)	.
Philonotis tomentella	I (2)	III (1-2)	.
Drepanocladus revolvens	III (+-2)	.	V (1-4)
Calliergon richardsonii	IV (+)	.	II (+-1)
Bryum pseudotriquetrum (& spec. in 3.)	II (1)	.	III (+-2)
Polytrichum alpinum	I (2)	.	I (+)
Pohlia spec.	I (1)	.	+ (2)
Orthothecium chryseon	.	II (+-1)	III (1-3)
Campylium stellatum & polygamum	.	+ (1)	III (1-2)
Dicranum elongatum	.	II (+-2)	II (+-1)
Cinclidium arcticum	.	I (+-1)	II (+-2)
Pogonatum urnigerum	.	I (+)	I (+-1)
Stereocaulon alpinum(/botryosum in 3.)	.	I (1)	+ (+)
Bryum wrightii & pallescens	III (1-5)	.	.
Aulacomnium turgidum	.	III (+-2)	.
Bryum spec.	.	III (+-2)	.
Pleurozium schreberi	.	II (2-3)	.
Ptilidium ciliare	.	II (1-2)	.
Mnium punctatum	.	II (+-1)	.
Racomitrium canescens	.	I (1-2)	.
Tortula ruralis	.	I (1)	.
Cetraria islandica	.	I (+-1)	.
Distichium capillaceum	.	.	III (+-2)
Ditrichum flexicaule	.	.	III (+-1)
Scorpidium scorpioides	.	.	III (+-1)
Rhizomnium punctatum	.	.	II (+)
Drepanocladus exannulatus	.	.	I (3)
Rhizomnium pseudopunctatum	.	.	I (+-1)
Krustenflechten	.	.	I (+-1)

Pflanzenarten mit einer Stetigkeit von + wurden ebenso weggelassen wie Arten mit einer Stetigkeit von I und einer Deckung +.

**Tabelle A3: Stetigkeitstabelle der Fleckentundravegetation.**

1. Puccinellietum angustatae,	5. Papaveretum dahlianum,	9. Oxyrio-Trisetetum spicati,
2. Potentilletum pulchellae,	6. (Anthelio-) Luzuletum arcuatae,	10. Festuca rubra ssp. arctica-Gesellschaft
3. Saxifraga oppositifolia-Gesellschaft,	7. Sphaerophoro-Racomitrietum lanuginosi,	11. Festuca baffinensis-Gesellschaft,
4. Krustenflechten-Saxifraga oppositifolia-Ges.,	8. Racomitrium canescens-Gesellschaft,	12. Luzula arctica-Gesellschaft.

Pflanzengesellschaft	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Zahl der Aufnahmen	10	17	6	17	10	19	9	5	5	5	5	4
Puccinellia angustata	V (2-5)	.	.	.	+ (+)	.	.	.	.	.	.	.
Potentilla pulchella	I (+-1)	V (3-4)	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Saxifraga oppositifolia	I (+)	II (+-2)	V (1-2)	V (3-4)	IV (+-1)	IV (+-2)	I (+)	V (+-2)	.	V (+-2)	V (2)	3 (1-2)
Papaver dahlianum	+ (+)	.	.	II (+)	V (2-3)	III (+-2)	.	II (+)	.	II (+-1)	III (+-1)	1 (1)
Luzula arcuata ssp. confusa	.	.	.	IV (+-1)	III (+-1)	V (2-4)	.	V (+-2)	.	.	I (2)	.
Trisetum spicatum	.	.	.	.	.	.	.	.	V (3-4)	I (+)	.	.
Oxyria digyna	+ (+)	+ (+)	I (+)	II (+-1)	I (+-1)	IV (+-2)	.	V (+-2)	V (2-3)	V (1-2)	.	3 (+-1)
Festuca rubra ssp. arctica	+ (+)	+ (+)	.	.	.	.	.	.	.	V (4)	.	.
Festuca baffinensis	.	.	.	.	+ (+)	.	.	.	.	.	V (3-4)	.
Luzula arctica	.	.	.	.	.	I (+-1)	.	.	I (1)	II (+-1)	.	4 (3-4)
Saxifraga cespitosa	II (+-1)	I (+-1)	V (+-1)	III (+-1)	II (+-1)	IV (+-1)	.	I (+)	II (1)	.	II (+-1)	2 (+-1)
Salix polaris	+ (1)	I (+-2)	.	V (+-2)	III (1-3)	IV (+-2)	III (+-1)	V (2-3)	II (2)	IV (1-3)	.	3 (+-1)
Saxifraga cernua	I (+)	.	.	III (+-1)	III (+-1)	IV (+-2)	I (+)	IV (+-1)	V (+-1)	III (+-2)	III (+-1)	3 (+-1)
Cerastium arcticum	I (+-1)	I (+-1)	V (+-1)	I (+)	III (+-1)	IV (+-2)	.	.	V (+-2)	III (+-2)	V (1-2)	.
Stellaria longipes	+ (1)	.	I (+)	III (+)	I (+)	I (+-1)	.	III (+)	.	I (+)	.	3 (+)
Bistorta vivipara	+ (1)	.	I (+)	IV (+-1)	II (+)	.	.	II (+)	II (+)	III (+-1)	.	2 (2)
Draba lactea	.	I (+)	.	I (+)	+ (+)	II (+-1)	.	IV (+)	II (+)	II (+-1)	.	1 (1)
Sagina nivalis	I (+-1)	+ (+)	.	II (+-1)	II (+)	II (+)	.	.	II (+)	I (1)	.	.
Draba corymbosa	.	.	V (+)	I (+-1)	II (+)	I (+)	.	.	.	I (+)	I (1)	1 (+)
Silene acaulis	.	+ (+)	I (+)	I (+-2)	+ (+)	+ (+)	.	.	.	.	.	2 (+)
Poa alpina var. alpina & var. vivipara	.	.	.	+ (1)	III (+)	II (+-1)	.	.	III (+-2)	III (1-2)	.	4 (+-1)
Cerastium regellii	.	.	.	II (+-1)	.	I (+-1)	.	.	I (+)	II (+-1)	II (+-2)	1 (1)
Cochlearia groenlandica	IV (+-1)	I (+-2)	.	+ (+)	+ (+)	.	.	I (+)	.	.	.	.
Minuartia stricta	.	.	I (+)	I (+)	+ (+)	I (+)	.	.	.	I (1)	.	.
Minuartia rubella	.	.	I (+)	II (+-1)	.	I (+)	.	I (+)	.	.	III (+)	.
Saxifraga tenuis	.	.	.	+ (+)	+ (+)	II (+)	.	.	II (+)	.	.	2 (+-1)
Cerastium alpinum	.	.	.	III (+)	.	II (1)	.	IV (+)	.	I (1)	.	2 (+)
Silene uralensis ssp. arctica	+ (1)	+ (+)	.	I (+)	.	.	.	.	.	.	I (1)	.
Phippsia algida	I (1)	+ (+)	.	.	II (+-1)	.	.	.	I (1)	.	.	.
Poa arctica ssp. caespitans	.	II (1-2)	.	I (+)	.	+ (+)	II (+-1)	.	.	.	.	.
Saxifraga nivalis	.	.	.	II (+)	II (+)	III (+-1)	.	I (+)	.	.	.	.
Draba arctica	.	II (+-1)	.	.	I (+)	.	.	.	.	.	II (1)	.
Minuartia biflora	.	I (+)	.	.	.	.	.	.	IV (+-1)	I (2)	.	.
Equisetum variegatum	.	.	I (+)	I (+)	.	.	.	.	.	.	.	2 (+-1)
Draba subcapitata	.	.	.	+ (+)	II (+)	.	.	III (+)	.	.	.	.
Draba alpina	.	.	.	+ (+)	.	.	.	.	II (+)	.	I (1)	.

... Fortsetzung Tabelle A3:

Pflanzengesellschaft	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Draba oxycarpa	.	.	.	.	+ (+)	.	.	I (+)	.	.	II (1)	.
Cardamine bellidifolia	.	.	.	.	I (+-1)	III (+-1)	.	.	.	.	.	1 (+)
Braya purpurascens	I (1-2)	II (+-2)	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Draba nivalis	+ (+)	.	.	.	.	+ (+-1)	.	.	.	.	.	.
Festuca brachyphylla	.	+ (1)	.	+ (+)	.	.	.	.	.	.	.	.
Minuartia rossii	.	.	I (+)	+ (+)	.	.	.	.	.	.	.	.
Pedicularis hirsuta	.	.	.	II (+)	.	.	.	I (+)	.	.	.	.
Juncus biglumis	.	.	.	I (+)	.	.	.	.	.	.	.	2 (+-1)
Poa pratensis ssp. alpigena	.	.	.	.	+ (+)	.	.	I (1)	.	.	.	.
Poa arctica ssp. caespitans var. vivipara	.	.	.	.	+ (+)	.	.	.	.	.	I (+)	.
Poa glauca	.	.	.	.	.	+ (+)	.	.	.	.	IV (+-1)	.
Draba micropetala	.	.	.	.	.	I (+)	.	.	.	.	.	1 (+)
Ranunculus sulphureus	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I (+)	2 (+-2)
Carex nardina	.	I (1-2)	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Puccinellia phryganodes ssp. vilfoidea	.	I (1)	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Saxifraga spec.	.	+ (1)	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Taraxacum arcticum	.	+ (1)	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Potentilla rubricaulis	.	+ (+)	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Silene furcata ssp. furcata	.	+ (+)	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Draba cf. subcapitata	.	.	II (+)	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Draba pauciflora	.	.	.	III (+)	.	.	.	.	.	.	.	.
Carex fuliginosa ssp. misandra	.	.	.	I (+)	.	.	.	.	.	.	.	.
Dryas octopetala	.	.	.	+ (1)	.	.	.	.	.	.	.	.
Saxifraga hyperborea	.	.	.	.	I (+-1)	.	.	.	.	.	.	.
Puccinellia vahliana	.	.	.	.	+ (+)	.	.	.	.	.	.	.
Draba fladnizensis	.	.	.	.	.	I (+)	.	.	.	.	.	.
Draba glabella var. glabella	.	.	.	.	.	+ (+)	.	.	.	.	.	.
Festuca vivipara	.	.	.	.	.	+ (+)	.	.	.	.	.	.
Equisetum scirpoides	.	.	.	.	.	.	.	III (+)	.	.	.	.
Ranunculus pygmaeus	.	.	.	.	.	.	.	.	V (+-2)	.	.	.
Saxifraga hieracifolia	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I (+)	.
Saxifraga rivularis	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I (+)	.
Saxifraga foliolosa	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	3 (+)
Krustenflechten	I (+-1)	III (+-2)	.	V (2-4)	V (+-2)	V (+-3)	.	.	IV (1-2)	IV (+-2)	IV (+-2)	2 (1-2)
Racomitrium lanuginosum	.	.	.	+ (+)	.	III (2-4)	V (4-5)	.	II (1)	.	.	4 (+-1)
Sphaerophorus globosus	.	.	.	.	.	+ (+-1)	V (1)	.	.	.	.	.
Racomitrium canescens	.	.	.	+ (+)	.	.	.	V (5)	.	.	.	.
Ditrichum flexicaule	I (1)	II (1)	.	III (+-2)	+ (2)	IV (+-1)	I (1)	.	V (+-2)	V (+-1)	III (1)	3 (1)
Drepanocladus uncinatus	+ (+)	.	.	III (1-3)	+ (1)	III (+-1)	I (1)	V (1-2)	V (1-2)	V (1-2)	I (1)	4 (1-3)
Cetraria islandica	.	I (1)	.	III (+)	III (+)	III (+-1)	V (+-1)	V (1)	I (+)	II (+-1)	.	1 (+)
Polytrichum alpinum	.	I (+)	.	III (+-1)	IV (+-1)	III (+-1)	III (+-1)	III (+-1)	I (2)	IV (+-2)	.	1 (1)
Cetraria delisei	.	.	I (+)	III (+-1)	.	II (+-1)	III (+)	I (+)	IV (1-2)	II (+)	.	1 (+)
Tortula ruralis	II (+-2)	III (1-3)	.	I (+-1)	II (+-1)	III (+-1)	.	.	IV (+-2)	II (1)	III (1)	.

... Fortsetzung Tabelle A3

Pflanzengesellschaft	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Distichium capillaceum	+ (1)	III (+-2)	.	IV (+-1)	II (+-1)	II (1-3)	.	.	V (+-2)	I (+)	.	.
Tomenthypnum nitens	.	.	I (+)	IV (+-1)	II (+-1)	.	.	IV (+-1)	II (+)	III (1-2)	.	3 (1-2)
Bryum spec.	II (1-2)	II (+-3)	.	IV (+-3)	.	+ (+)	.	.	.	I (3)	III (+)	.
Pohlia cruda	.	.	I (+)	.	III (+)	I (+)	I (+)	.	I (+)	I (1)	.	.
Stereocaulon alpinum & spec.	.	.	.	II (+-1)	III (+-1)	III (+-1)	III (+-1)	V (1-2)	IV (+-2)	.	.	.
Cetraria nivalis	.	.	.	+ (+)	+ (+)	III (+-2)	V (+-3)	IV (+-1)	III (+-1)	.	.	.
Hylocomium splendens	.	.	.	+ (+)	+ (+)	IV (+-1)	.	IV (+-2)	.	IV (+-2)	.	1 (+)
Dicranum elongatum	.	.	.	I (+)	.	II (+-1)	IV (+-2)	.	I (1)	.	V (1-2)	1 (1)
Polytrichum juniperinum	.	.	.	+ (+)	.	II (1)	.	I (+)	III (1-2)	III (1-2)	.	1 (+)
Ochrolechia frigida	+ (3)	.	.	.	.	+ (2-3)	I (+)	.	IV (1-3)	III (2)	.	.
Hypnum revolutum	.	I (1-2)	.	I (+-2)	IV (+-1)	I (+)	.	.	.	III (1-2)	.	.
Peltigera rufescens	.	I (+-2)	.	I (+)	.	I (+-1)	I (1)	.	II (1-2)	.	.	.
Cladonia pyxidata	.	.	.	+ (+)	I (+)	II (+)	.	.	V (+)	I (+)	.	.
Dicranum fuscescens	.	.	.	I (+-1)	.	II (+-2)	.	.	IV (2)	III (+-2)	.	4 (1)
Orthothecium chryseon	.	.	.	II (+-2)	.	.	I (1)	.	.	I (+)	III (+-2)	3 (2-3)
Cladonia coccifera	.	.	.	.	I (+)	III (+)	II (+)	.	III (+)	I (+)	.	.
Thamnolia vermicularis	.	I (1)	.	.	II (+)	.	III (+-1)	III (+)	.	.	.	.
Ptilidium ciliare	.	+ (+)	.	.	.	+ (+-1)	II (+-1)	IV (1-2)	.	.	.	.
Polytrichum sexangulare	.	+ (+)	.	I (+)	.	IV (+-2)	.	.	.	.	.	.
Solorina crocea	.	.	.	.	+ (+)	II (+-1)	.	.	I (+)	.	.	.
Timmia austriaca	.	.	.	.	+ (+)	I (2)	.	.	.	I (2)	.	.
Cladonia cornuta	.	.	.	.	.	+ (+)	.	II (+)	V (+-1)	.	.	.
Xanthoria elegans	+ (+)	.	I (+)	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Pogonatum urnigerum	.	.	.	+ (1)	V (+-1)	.	.	.	.	.	.	.
Anthelia juratzkana	.	.	.	I (1-2)	.	I (2-3)	.	.	.	.	.	.
Alectoria nigricans	.	.	.	+ (+)	.	.	IV (+-1)	.	.	.	.	.
Mnium spec.	.	.	.	+ (+)	.	.	.	.	I (2)	.	.	.
Calliargon turgescens	.	.	.	I (+-1)	.	.	.	.	.	.	.	1 (1)
Tortella tortuosa	.	.	.	.	+ (1)	.	.	.	IV (1)	.	.	.
Campylium stellatum	.	.	.	.	+ (1)	.	.	.	.	I (+)	.	.
Cetraria cucullata	.	.	.	.	.	+ (+-1)	IV (+-2)	.	.	.	.	.
Cladonia mitis	.	.	.	.	.	I (+)	II (1)	.	.	.	.	.
Pohlia spec.	.	.	.	.	.	I (1-2)	.	I (+)	.	.	.	.
Cladonia ecmocyna	.	.	.	.	.	.	II (+-1)	.	III (+)	.	.	.
Sauteria alpina	.	.	.	.	.	.	.	.	II (+)	.	II (+)	.
Cirriphyllum cirrosum	.	I (+)	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Isopterygiopsis pulchella	.	.	.	+ (+)	.	.	.	.	.	.	.	.
Cephaloziella arctica	.	.	.	I (+)	.	.	.	.	.	.	.	.
Scorpidium scorpioides	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Dicranum angustum	.	.	.	.	III (+-1)	.	.	.	.	.	.	.
Polytrichum piliferum	.	.	.	.	I (1)	.	.	.	.	.	.	.
Bryoria chaldeiformis	.	.	.	.	+ (+)	.	.	.	.	.	.	.
Drepanocladus revolvens	.	.	.	.	+ (1)	.	.	.	.	.	.	.

... Fortsetzung Tabelle A3

Pflanzengesellschaft	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Cinclidium arcticum	.	.	.	.	+ (+)	.	.	.	.	.	.	.
Cladonia furcata	.	.	.	.	.	II (+)	.	.	.	.	.	.
Oncophorus virens	.	.	.	.	.	I (2)	.	.	.	.	.	.
Tortella spec.	.	.	.	.	.	I (+-2)	.	.	.	.	.	.
Scapania quadrata	.	.	.	.	.	+ (2)	.	.	.	.	.	.
Tetralophozia setiformis	.	.	.	.	.	.	IV (1-2)	.	.	.	.	.
Cladonia amaurocraea	.	.	.	.	.	.	III (+-1)	.	.	.	.	.
Cladonia uncinalis	.	.	.	.	.	.	II (+)	.	.	.	.	.
Anastrophyllum minutum	.	.	.	.	.	.	I (1)	.	.	.	.	.
Barbilophozia hatcheri	.	.	.	.	.	.	I (+)	.	.	.	.	.
Kiaeria glacialis	.	.	.	.	.	.	I (+)	.	.	.	.	.
Aulacomnium turgidum	.	.	.	.	.	.	I (+)	.	.	.	.	.
Cladonia rangiferina	.	.	.	.	.	.	I (+)	.	.	.	.	.
Dicranum scoparium	.	.	.	.	.	.	.	IV (+-1)	.	.	.	.
Pleurozium schreberi	.	.	.	.	.	.	.	III (1-3)	.	.	.	.
Dicranum muehlenbeckii	.	.	.	.	.	.	.	II (2)	.	.	.	.
Tortella fragilis	.	.	.	.	.	.	.	II (1)	.	.	.	.
Cladonia spec.	.	.	.	.	.	.	.	II (+)	.	.	.	.
Barbilophozia floerkei	.	.	.	.	.	.	.	I (1)	.	.	.	.
Bryum pallescens	.	.	.	.	.	.	.	.	II (+-1)	.	.	.
Bryum arcticum	.	.	.	.	.	.	.	.	II (+)	.	.	.
Philonotis tomentella	.	.	.	.	.	.	.	.	I (+)	.	.	.
Lecidea spec.	.	.	.	.	.	.	.	.	I (+)	.	.	.
Lophozia groenlandica	.	.	.	.	.	.	.	.	I (+)	.	.	.
Oncophorus wahlenbergii	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I (1)	.	.
Bryum pseudotriquetrum	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	II (1-2)	.
Marchantia polymorpha	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I (+)	.

**Tabelle A4: Stetigkeitstabelle der Schneebodenvegetation.**

1. Phippsia algida-Ranunculus pygmaeus-Gesellschaft, 4. Salicetum polaris,  
 2. Phippsietum algidae-concinnae, 5. Salix reticulata-Gesellschaft,  
 3. Cerastio regelii-Poetum alpinae, 6. Cetrarietum delisei.

Pflanzengesellschaften	1	2	3	4	5	6
Zahl der Aufnahmen	6	10	28	37	6	37
Ranunculus pygmaeus	V (2-3)	.	I (+-1)	.	.	r (+)
Phippsia algida	V (1-3)	V (+-3)	II (+-2)	r (+)	.	I (+)
Phippsia concinna	I (3)	II (+-3)	I (+-1)	.	.	.
Cerastium regelii	II (+-1)	IV (+-1)	IV (+-4)	III (+)	.	I (+-1)
Poa alpina var. alpina & var. vivipara	III (1-2)	V (+-1)	V (1-4)	I (+-2)	.	II (+-2)
Salix polaris	.	.	II (+-2)	V (1-5)	III (1-2)	V (+-4)
Salix reticulata	.	.	.	.	V (4)	.
Saxifraga oppositifolia	I (+)	III (+-2)	III (+-2)	V (+-2)	III (1-2)	V (+-3)
Oxyria digyna	IV (+-2)	IV (+-1)	V (+-3)	IV (+-3)	II (+)	IV (+-2)
Draba lactea	I (+)	+ (+)	II (+-1)	III (+)	II (+)	I (+)
Saxifraga cernua	II (+-1)	V (+-1)	V (+-2)	III (+-1)	.	V (+-1)
Saxifraga cespitosa	II (1)	III (+)	III (+-2)	II (+-2)	.	V (+-1)
Saxifraga nivalis	I (+)	III (+)	I (+)	+ (+)	.	V (+)
Cochlearia groenlandica	II (+-1)	III (+)	III (+-2)	r (+)	.	III (+-1)
Cardamine pratensis ssp. polemonioides	I (1)	I (+-1)	+ (+)	r (+-1)	.	r (+)
Bistorta vivipara	II (+-1)	.	II (+-1)	IV (+-2)	V (1-2)	II (+-1)
Equisetum variegatum	II (1-2)	.	I (+)	I (+-1)	III (+)	r (+)
Saxifraga hyperborea	I (+)	.	I (+)	r (+)	.	r (+)
Cerastium alpinum	.	III (+)	r (+)	II (+-1)	.	V (+-1)
Sagina nivalis	.	I (+)	III (+)	+ (+)	.	+ (+)
Saxifraga tenuis	.	I (+)	II (+-1)	+ (+)	.	r (+)
Draba alpina	.	I (+)	II (+-1)	II (+)	I (+)	.
Equisetum scirpoides	.	.	r (+)	r (+)	III (+-1)	II (+-1)
Silene acaulis	.	.	I (+-1)	II (+-2)	II (1)	r (+)
Equisetum arvense ssp. boreale	.	.	r (+)	r (+-1)	II (+-1)	r (+)
Cerastium arcticum	I (1)	.	III (+-2)	II (+-1)	.	.
Ranunculus sulphureus	III (+-2)	.	II (+-1)	+ (+-2)	.	.
Minuartia biflora	I (1)	.	III (+-2)	r (+)	.	.
Deschampsia alpina	.	+ (1)	.	r (+-2)	.	r (+)
Luzula arctica	.	.	III (+-2)	+ (+-2)	.	I (+)
Stellaria longipes	.	.	I (+)	III (+-1)	.	I (+)
Juncus biglumis	.	.	I (+)	III (+-1)	.	+ (+)
Draba subcapitata	.	.	I (+-1)	+ (+)	.	II (+)
Saxifraga foliolosa	.	.	r (+)	r (+)	.	II (+)
Draba oxycarpa	.	.	r (+)	I (+)	.	r (+)
Ranunculus hyperboreus ssp. arnellii	.	I (+)	r (+)	.	.	.
Minuartia rubella	.	.	r (+)	.	.	+ (+)
Minuartia stricta	.	.	r (+)	I (+)	.	.
Festuca vivipara	.	.	r (+)	r (1)	.	.

... Fortsetzung Tabelle A4

Pflanzengesellschaften	1	2	3	4	5	6
Dryas octopetala	.	.	.	r (+-2)	I (2)	.
Luzula arcuata ssp. confusa	.	.	.	V (+-2)	.	V (+-2)
Carex fuliginosa ssp. misandra	.	.	.	IV (2-3)	.	r (+)
Pedicularis hirsuta	.	.	.	II (+-1)	.	III (+-1)
Draba corymbosa	.	.	.	II (+)	.	II (+)
Saxifraga hirculus	.	.	.	r (+-1)	.	I (+)
Papaver dahlianum	.	.	.	II (+)	.	r (+)
Cardamine bellidifolia	.	.	.	r (+)	.	+ (+)
Silene uralensis ssp. arctica	.	.	.	II (+-1)	.	.
Saxifraga rivularis	I (1)	.	.	.	.	.
Draba micropetala	.	.	+ (+-1)	.	.	.
Cerastium arcticum / alpinum	.	.	.	+ (+-1)	.	.
Festuca rubra ssp. arctica	.	.	.	r (1)	.	.
Poa arctica ssp. caespitans	.	.	.	+ (+)	.	.
Potentilla rubricaulis	.	.	.	r (+)	.	.
Puccinellia vahliana	.	.	.	r (+)	.	.
Saxifraga hieracifolia	.	.	.	r (+)	.	.
x Puccinellia vacillans	.	.	.	r (+)	.	.
Poa alpina var. vivipara	.	.	.	.	.	.
Cassiope tetragona	.	.	.	.	III (+-2)	.
Carex parallela	.	.	.	.	II (2)	.
Eutrema edwardsii	.	.	.	.	II (+)	.
Draba fladnizensis	.	.	.	.	I (+)	.
Draba pauciflora	.	.	.	.	.	I (+)
Carex rupestris	.	.	.	.	.	+ (+)
Cetraria delisei	.	II (+-1)	II (+-2)	I (+-2)	III (1)	V (3-5)
Distichium capillaceum	V (+-2)	V (+-2)	V (+-2)	V (+-2)	V (1-3)	II (+-1)
Bryum spec.	IV (1-4)	I (+-2)	IV (+-3)	IV (+-4)	V (3-4)	III (+-1)
Stereocaulon alpinum & spec.	I (2)	II (+-1)	III (+-2)	II (+-1)	I (+)	V (+-3)
Orthothecium chryseon	I (+)	II (1-2)	II (+-1)	III (+-2)	V (+-2)	+ (+)
Krustenflechten	III (+-2)	III (+-1)	IV (+-3)	II (+-2)	II (+-1)	IV (+-2)
Polytrichum alpinum	V (+-2)	III (+-1)	V (+-2)	III (+-2)	.	I (+)
Drepanocladus uncinatus	V (1-4)	.	V (+-3)	III (3-5)	I (2)	V (1-3)
Tomenthypnum nitens	III (+-1)	.	I (+-2)	IV (+-3)	V (2-3)	I (+-1)
Hypnum revolutum	I (+)	.	+ (2)	II (+-3)	I (+)	II (1-2)
Polytrichum sexangulare	II (+-2)	+ (2)	III (+)	r (+)	.	.
Drepanocladus revolvens	I (1)	I (2)	.	r (1)	II (1-2)	.
Calliergon turgescens	II (+-1)	.	IV (+-2)	r (+)	II (2)	.
Cetraria islandica	.	II (+)	I (+-1)	+ (+-2)	.	IV (+-2)
Campylium stellatum	.	IV (1-3)	.	II (1-2)	IV (+-1)	II (+-2)
Ditrichum flexicaule	.	.	II (1-2)	V (+-4)	V (1-2)	III (+-1)
Sauteria alpina	III (+)	II (+-2)	I (+)	.	.	.
Brachythecium turgidum	II (1)	.	I (+-2)	+ (+-1)	.	.
Pohlia cruda	II (+-1)	.	II (+-1)	.	.	r (+)

... Fortsetzung Tabelle A4

Pflanzengesellschaften	1	2	3	4	5	6
Dicranum angustum inkl. D. spadiceum	.	.	I (+-2)	III (+-3)	.	II (1-3)
Tortella fragilis	.	.	r (+)	r (+-2)	.	II (1-3)
Polytrichum juniperinum	.	.	.	+ (1-3)	II (1)	IV (+-1)
Hypnum bambergeri	.	.	.	III (+-3)	IV (1-3)	+ (+)
Cladonia pyxidata	I (1)	.	r (+)	.	.	.
Cladonia cornuta	I (1)	.	.	.	.	r (+)
Cladonia coccifera	.	.	r (+)	r (+)	.	.
Scorpidium scorpioides	.	.	r (+)	.	.	r (+)
Lophozia spec.	.	.	.	r (+)	I (2)	.
Mnium marginatum	.	.	.	r (+)	I (+)	.
Ptilidium ciliare	.	.	.	+ (+-3)	.	IV (+-3)
Racomitrium canescens	.	.	.	r (+-1)	.	II (+-1)
Aulacomnium palustre	.	.	.	+ (+-2)	.	r (+)
Oncophorus wahlenbergii	.	.	.	r (+)	.	I (+-2)
Hylocomium splendens	.	.	.	+ (1-3)	.	r (+)
Pleurozium schreberi	.	.	.	r (1-2)	.	r (+)
Cetraria nivalis	.	.	.	+ (+-2)	.	r (+)
Oncophorus virens	.	.	.	+ (1)	.	+ (+-2)
Cladonia spec.	.	.	.	+ (+)	.	+ (+)
Ochrolechia frigida	III (2)	.	.	.	.	.
Bryum pallescens	II (2)	.	.	.	.	.
Bryum argenteum	I (1)	.	.	.	.	.
Cladonia ecmocyna	I (+)	.	.	.	.	.
Bryum cryophilum	.	II (1)	.	.	.	.
Brachythecium glaciale	.	I (2)	.	.	.	.
Bryum pallescens / pseudotriquetrum	.	.	II (+-3)	.	.	.
Philonotis tomentella	.	.	II (1-2)	.	.	.
Blepharostoma trichophyllum	.	.	II (+-1)	.	.	.
Cephaloziella arctica	.	.	II (+-1)	.	.	.
Peltigera venosa	.	.	I (+-1)	.	.	.
Mnium spec.	.	.	r (1)	.	.	.
Psoroma hypnorum	.	.	r (1)	.	.	.
Barbula spec.	.	.	r (+)	.	.	.
Marchantia polymorpha	.	.	r (+)	.	.	.
Bryum pseudotriquetrum	.	.	.	II (2-3)	.	.
Tortula ruralis	.	.	.	II (+-3)	.	.
Dicranum fuscescens	.	.	.	+ (+-1)	.	.
Bryum wrightii	.	.	.	I (+-1)	.	.
Gymnomitrium concinatum	.	.	.	+ (3)	.	.
Calliergon sarmentosum	.	.	.	+ (1-2)	.	.
Peltigera rufescens & aptosa	.	.	.	+ (+-1)	.	.
Racomitrium lanuginosum	.	.	.	+ (1)	.	.
Bryum nitidulum	.	.	.	+ (+)	.	.
Grimmia spec.	.	.	.	+ (+)	.	.
Leicolea spec.	.	.	.	+ (+)	.	.

... Fortsetzung Tabelle A4

Pflanzengesellschaften	1	2	3	4	5	6
Orthotrichum spec.	.	.	.	+ (+)	.	.
Bartramia ithyphylla	.	.	.	r (1)	.	.
Mnium blytti	.	.	.	r (1)	.	.
Anthelia juratzkana	.	.	.	r (+)	.	.
Encalypta spec.	.	.	.	r (+)	.	.
Thamnia vermicularis	.	.	.	r (+)	.	.
Cinclidium arcticum	.	.	.	.	II (+-1)	.
Distichium inclinatum	.	.	.	.	I (2)	.
Dicranum elongatum	.	.	.	.	I (+)	.
Dicranum scoparium	.	.	.	.	.	I (1-2)
Dicranum muehlenbeckii	.	.	.	.	.	+ (+)
Barbilophozia kunzeana	.	.	.	.	.	r (+)
Cirriphyllum cirrosum	.	.	.	.	.	r (+)
Cladonia mitis	.	.	.	.	.	r (+)
Dicranella grevilleana	.	.	.	.	.	r (+)
Jungermannia spec.	.	.	.	.	.	r (+)
Mnium hymenophyllum	.	.	.	.	.	r (+)
Pogonatum urnigerum	.	.	.	.	.	r (+)
Pohlia elongata	.	.	.	.	.	r (+)

**Tabelle A5: Teilstetigkeitstabelle der Zwergstrauchheiden.**

- |  |   |
|--|---|
| 1. Caricetum nardinae,                     | 4. Dryado-Cassiopetum tetragonae,           |
| 2. Carici rupestris-Dryadetum octopetalae, | 5. Empetrum nigrum ssp. hermaphroditum-Ges. |
| 3. Dryadetum minoris,                      |   |

Pflanzengesellschaft	1	2	3	4	5
Zahl der Aufnahmen	31	39	45	49	8
Carex nardina	V (1-3)	II (+1)	+ (+-1)	+ (1-2)	.
Dryas octopetala	III (2-4)	V (3-5)	V (3-5)	III (2-4)	IV (+-2)
Carex rupestris	I (+-1)	V (2-4)	III (1-2)	II (1-3)	II (1)
Cassiope tetragona	.	r (+)	+ (+-1)	V (3-5)	II (+-2)
Empetrum nigrum ssp. hermaphroditum	.	.	.	.	V (3-5)
Saxifraga oppositifolia	V (+-2)	V (+-2)	V (+-2)	V (+-2)	I (1)
Salix polaris	IV (+-1)	IV (+-3)	III (+-3)	V (+-3)	V (1-2)
Bistorta vivipara	III (+-2)	IV (+-2)	IV (+-2)	IV (+-2)	I (+)
Pedicularis hirsuta	I (+)	II (+)	III (+)	II (+)	I (1)
Cerastium arcticum	+ (+)	I (+)	II (+)	+ (+)	I (+)
Poa arctica ssp. caespitans	I (+)	+ (+-1)	+ (+-1)	+ (+)	I (1)
Carex fuliginosa ssp. misandra	r (+)	III (+-2)	I (+-2)	IV (+-2)	.
Luzula arctica	+ (+-1)	II (+-1)	III (+-2)	III (+-2)	.
Silene acaulis	r (+-1)	III (+-2)	III (+-2)	II (+-2)	.
Saxifraga cernua	+ (+-1)	II (+)	I (+)	II (+-1)	.
Papaver dahlianum	+ (+)	I (+-1)	I (+)	I (+-1)	.
Pedicularis lanata ssp. dasyantha	I (+-1)	II (+-1)	+ (+)	I (+-1)	.
Saxifraga cespitosa	r (+)	r (+)	+ (+)	r (+)	.
Draba subcapitata	+ (+)	r (+)	r (+)	r (+)	.
Minuartia biflora	r (+)	r (+)	r (+)	r (+)	.
Stellaria longipes	.	II (+-1)	I (+-1)	II (+)	I (+)
Equisetum variegatum	.	I (+)	I (+-1)	I (+)	I (+)
Draba arctica	+ (+)	r (+)	I (+)	.	.
Sagina nivalis	+ (+)	+ (+)	r (+)	.	.
Draba corymbosa	r (+)	I (+-1)	.	r (+)	.
Oxyria digyna	.	I (+-2)	I (+-2)	IV (+-1)	.
Luzula arcuata ssp. confusa	.	II (+-2)	I (+-1)	+ (+)	.
Draba lactea	.	+ (+)	+ (+)	r (+)	.
Poa pratensis ssp. alpigena	.	r (+)	+ (+-1)	r (1)	.
Minuartia rubella	+ (+-1)	.	I (+)	.	.
Arenaria pseudofrigida	r (1-2)	.	r (+)	.	.
Cardamine bellidifolia	.	I (+)	r (+)	.	.
Draba oxycarpa	.	+ (+-1)	r (+)	.	.
Silene uralensis ssp. arctica	.	r (+)	+ (+-1)	.	.
Draba alpina	.	+ (+)	r (+)	.	.
Cerastium alpinum	.	r (+)	r (+)	.	.
Draba fladnizensis	.	r (+)	r (+)	.	.
Juncus biglumis	.	r (+)	r (+)	.	.

... Fortsetzung Tabelle A5

Pflanzengesellschaft	1	2	3	4	5
Potentilla rubricaulis	.	r (+)	r (+)	.	.
Silene fuscata ssp. fuscata	.	r (+)	r (+)	.	.
Saxifraga nivalis	.	.	l (+)	r (+)	.
Equisetum scirpoides	.	.	r (+)	r (+-1)	.
Eutrema edwardsii	.	.	r (+)	r (+)	.
Minuartia stricta	.	.	r (+)	r (+)	.
Saxifraga hieracifolia	.	.	.	+ (+)	l (+)
Poa glauca	+ (+)	.	.	.	.
Potentilla pulchella	r (1)	.	.	.	.
Festuca rubra ssp. arctica	.	.	+ (1)	.	.
Huperzia selago	.	.	.	ll (+)	.
Equisetum arvense ssp. boreale	.	.	.	+ (+-1)	.
Ranunculus sulphureus	.	.	.	r (+-1)	.
Braya purpurascens	.	.	.	r (1)	.
Krustenflechten	V (+-3)	IV (+-2)	V (+-3)	II (+-2)	III (1)
Tomenthypnum nitens	r (1)	IV (+-3)	III (+-3)	V (1-4)	II (1-2)
Cetraria islandica	l (+-1)	III (+-2)	IV (+-2)	V (+-2)	IV (+-2)
Cetraria delisei	r (+)	II (+-2)	III (+-2)	II (+-2)	V (+)
Polytrichum alpinum	r (+-1)	II (+-1)	IV (+-1)	IV (+-1)	II (+-2)
Dicranum fuscescens	+ (+)	l (+-2)	IV (+-2)	r (+-2)	IV (+-2)
Bryum spec.	III (+-2)	IV (+-3)	III (+-3)	III (+-2)	II (+-1)
Cetraria nivalis	II (+-1)	III (+-3)	IV (+-2)	II (+-2)	l (1)
Drepanocladus uncinatus	r (2)	II (+-2)	II (+-3)	IV (+-3)	II (+)
Racomitrium lanuginosum	r (1)	II (1-2)	+ (+-2)	II (+-1)	IV (+-2)
Distichium capillaceum	II (+-2)	III (+-2)	III (+-2)	II (+-2)	III (1)
Dicranum elongatum	II (+-1)	l (+-2)	r (1)	II (+-2)	II (3)
Cladonia pyxidata	r (1)	+ (+)	l (+)	l (+)	II (1-2)
Ditrichum flexicaule	V (+-1)	V (+-2)	V (+-2)	III (+-3)	.
Campyllum stellatum	l (+-1)	IV (+-2)	r (+)	III (+-2)	.
Hypnum revolutum	II (+-1)	II (+-2)	+ (+-2)	II (+-3)	.
Stereocaulon alpinum & spec.	r (+-1)	r (+)	II (+-2)	II (+-1)	.
Orthothecium chryseon	l (+-1)	l (+-2)	+ (+-1)	l (+-2)	.
Brachythecium turgidum	r (+)	+ (+-2)	r (+)	+ (2-3)	.
Hypnum bambergeri	IV (+-2)	V (1-3)	V (+-3)	III (+-3)	.
Thamnolia vermicularis	III (+-1)	III (+)	IV (+-1)	r (+)	.
Tortula ruralis	III (+-2)	+ (+-1)	IV (+-2)	r (+-1)	.
Cirriphyllum cirrosum	r (+)	II (+-1)	+ (+-1)	r (+)	.
Aulacomnium turgidum	.	II (+-3)	+ (+-1)	II (+-2)	V (+-2)
Cetraria cucullata	.	II (+-1)	l (+)	+ (+)	II (+)
Isopterygiopsis pulchella	r (+)	r (+)	.	+ (+)	.
Calliargon turgescens	l (+)	.	r (1)	+ (+-2)	.
Tortella tortuosa	+ (+-2)	.	+ (+-1)	+ (+-2)	.
Pleurozium schreberi	.	l (1-3)	II (+-4)	IV (+-4)	.
Hylocomium splendens	.	II (+-3)	l (+-2)	IV (+-3)	.

... Fortsetzung Tabelle A5

Pflanzengesellschaft	1	2	3	4	5
Bartramia ithyphylla	.	I (+-2)	I (+-2)	II (+-2)	.
Ptilidium ciliare	.	II (+-2)	+ (+-1)	I (+-3)	.
Alectoria nigricans	.	+ (+)	II (+-1)	r (+)	.
Philonotis tomentella	.	r (2)	r (1)	r (2)	.
Cladonia spec.	.	r (+)	r (+)	I (+)	.
Timmia austriaca	.	I (+-1)	+ (+-1)	.	II (+)
Pohlia cruda	.	+ (+)	.	r (+)	I (1)
Dicranum angustum inkl. D. spadiceum	.	.	r (+-1)	r (+)	II (+-2)
Ochrolechia frigida	r (1)	+ (+-1)	.	.	.
Onchophorus wahlenbergii	I (+)	.	II (+-3)	.	.
Bryum pallescens	r (+)	.	r (2)	.	.
Dicranoweisia crispula	r (+)	.	r (+)	.	.
Bryum wrightii	+ (+-1)	.	.	II (+-2)	.
Blepharostoma trichophyllum	+ (+)	.	.	r (+)	.
Polytrichum strictum	.	I (+-2)	+ (+-1)	.	.
Cladonia coccifera	.	r (+)	.	r (+)	.
Jungermannia spec.	.	r (+)	.	r (+)	.
Polytrichum sexangulare	.	r (+)	.	r (+)	.
Polytrichum juniperinum	.	r (+)	.	.	III (+-1)
Lophozia groenlandica	.	+ (+-1)	.	.	II (+)
Cladonia cornuta	.	.	r (+)	+ (+)	.
Encalypta procera	r (1)	.	.	.	.
Sphaerophorus fragilis	r (1)	.	.	.	.
Mnium hymenophyllum	.	+ (+)	.	.	.
Mnium serratum	.	+ (+)	.	.	.
Peltigera rufescens	.	.	I (+-2)	.	.
Racomitrium canescens	.	.	I (+-2)	.	.
Anthelia juratzkana	.	.	+ (+-1)	.	.
Cornicularia aculeata	.	.	+ (+)	.	.
Pogonatum urnigerum	.	.	+ (+)	.	.
Marcantia polymorpha	.	.	r (+-1)	.	.
Dicranum majus	.	.	.	II (1-4)	.
Peltigera rufescens / aphtosa	.	.	.	I (+-2)	.
Barbilophozia kunzeana	.	.	.	I (+)	.
Abietinella abietina	.	.	.	+ (+)	.
Grimmia spec.	.	.	.	+ (+)	.
Lophozia spec.	.	.	.	+ (+)	.
Drepanocladus revolvens	.	.	.	r (2-3)	.
Polytrichum piliferum	.	.	.	.	II (+)
Anastrophyllum minutum	.	.	.	.	I (+)
Calliergon stramineum	.	.	.	.	I (+)
Cladonia uncinata	.	.	.	.	I (+)
Peltigera malacea	.	.	.	.	I (+)

Pflanzenarten mit einer Stetigkeit von r und einer Deckung von + wurden weggelassen.

**Tabelle A6: Stetigkeitstabelle der Gesellschaften von Vogelfelsen und -rastplätzen.**

- |  |   |
|--|---|
| 1. Cochlearia groenlandica-Ges.,             | 5. Brachythecium turgidum-Festuca rubra ssp. arctica-Ges.,  |
| 2. Oxyria digyna-Ges.,                       | 6. Brachythecium turgidum-Poa pratensis ssp. alpigena-Ges., |
| 3. Saxifraga cernua-Ges.,                    | 7. Puccinellia angustata ssp. palibinii-Gesellschaft.       |
| 4. Poa arctica ssp. caespitans-Gesellschaft, |   |

Pflanzengesellschaft Zahl der Aufnahmen	Vogelfelsen			Vogelrastplätze			
	1	2	3	4	5	6	7
Cochlearia groenlandica	3 (4)	2 (2)	.	V (1-3)	.	.	.
Oxyria digyna	.	4 (4-5)	.	IV (1-2)	II (1)	3 (1)	.
Saxifraga cernua	.	.	3 (3-4)	III (1)	IV (+-1)	3 (+-2)	.
Poa arctica ssp. caespitans/var. vivipara	3 (1-2)	2 (1-2)	.	V (3-5)	II (2)	.	.
Festuca rubra ssp. arctica	.	2 (2)	.	III (+-2)	V (3-5)	1 (1)	.
Poa pratensis ssp. alpigena/var. vivipara	.	2 (1-2)	2 (+)	.	.	4 (3-4)	3 (1-2)
Puccinellia angustata ssp. palibinii	.	.	.	.	.	.	3 (4)
Cerastium arcticum / alpinum	1 (+)	3 (1)	3 (+)	IV (1-2)	V (1-2)	2 (1-2)	.
Ranunculus sulphureus	.	2 (+-2)	1 (+)	II (+)	I (1)	.	.
Bistorta vivipara	.	2 (+-1)	.	II (+-1)	IV (+-2)	3 (2-3)	.
Taraxacum arcticum	.	1 (1)	.	.	I (1)	1 (2)	1 (1)
Salix polaris	.	.	.	III (+-2)	III (1-2)	3 (1)	.
Stellaria longipes	.	.	.	III (1-2)	III (+-2)	2 (1-2)	.
Draba arctica	.	.	.	I (+)	.	1 (+)	1 (1)
Saxifraga oppositifolia	.	.	1 (+)	.	I (1)	.	.
Ranunculus pygmaeus	.	.	3 (1-2)	I (1)	.	.	.
Taraxacum brachyceras	.	.	.	IV (+-2)	I (1)	.	.
Potentilla chamissonis	.	.	.	II (+)	II (1-2)	.	.
Luzula arcuata ssp. confusa	.	.	.	.	II (1-2)	.	.
Luzula arctica	.	.	.	.	I (2)	.	.
Dryas octopetala	.	.	.	.	I (1)	.	.
Poa alpina var. alpina / var. vivipara	.	.	.	.	I (1)	.	.
Draba corymbosa	.	.	.	.	I (+)	.	.
Equisetum arvense ssp. boreale	.	.	.	.	I (+)	.	.
Papaver dahlianum	.	.	.	.	I (+)	.	.
Ranunculus pedatifidus	.	1 (2)	.	.	.	.	.
Arabis alpina	.	1 (+)	.	.	.	.	.
Saxifraga cespitosa	.	.	1 (+)	.	.	.	.
Equisetum scirpoides	.	.	.	I (+)	.	.	.
Erigeron humilis	.	.	.	.	.	1 (3)	.
Trisetum spicatum	.	.	.	.	.	1 (2)	.

... Fortsetzung Tabelle A6

Draba nivalis	.	.	.	.	.	1 (+)	.
Potentilla rubricaulis	.	.	.	.	.	.	3 (2)
Brachythecium turgidum	keine Daten verfügbar			.	V (2)	4 (2-3)	.
Bryum spec.				III (1-2)	V (+-3)	4 (+-1)	3 (+-2)
Tortula ruralis				IV (1)	V (+-1)	3 (+-1)	1 (1)
Ditrichum flexicaule				V (1-2)	IV (+-2)	2 (+-2)	3 (1-2)
Drepanocladus unicus				V (2-4)	III (+-2)	4 (1-2)	.
Campylium stellatum				I (2)	IV (+-1)	2 (+-1)	.
Dicranum elongatum				I (1)	II (2)	2 (1-3)	.
Krustenflechten				I (+)	I (2)	.	3 (1-2)
Timmia austriaca				I (2)	II (2-3)	.	.
Hypnum revolutum				II (1)	I (1)	.	.
Hylocomium splendens				I (+)	II (1)	.	.
Polytrichum alpinum				.	II (+-1)	.	1 (+)
Plagiomnium ellipticum				I (+)	.	.	.
Cladonia spec.				.	I (2)	.	.
Bryum nitidulum				.	I (+)	.	.
Dicranum angustum				.	.	2 (2-3)	.
Tomenthypnum nitens				.	.	2 (2-3)	.
Aulacomnium palustre				.	.	2 (+-1)	.
Polytrichum hyperboreum				.	.	1 (1)	.
Orthotrichum spec.				.	.	1 (+)	.
Cladonia pyxidata				.	.	1 (+)	.

## Anhang B

Tab. 49: *Caricetum nardinae* Nordh. 1935.

- 1: Fragmentarische Subassoziation,  
 2a: Typische Subassoziation, Typische Variante,  
 2b: Typische Subassoziation, Variante von *Salix polaris*.

Nummer der Gesellschaft	1					2a													2b															
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31			
Laufende Nummer	65	392	398	396	576	427	421	430	429	420	426	422	390	279	391	101	196	281	716	784	432	457	431	383	126	385	66	103	297	107	199			
Fläche (m²)	10	1	4	10	4	4	4	4	4	4	4	4	1	4	1	2	4	10	10	10	4	10	4	4	4	4	10	4	10	4	4			
Bedeckung (%)	35	45	40	30	45	70	70	70	65	65	65	70	40	55	45	40	55	45	30	30	75	40	75	50	50	50	40	75	50	35	50			
Artenzahl	7	9	9	11	12	8	9	10	10	12	13	12	10	14	12	16	17	17	10	10	8	10	11	16	16	15	14	18	19	20	21			
<i>Carex nardina</i>	3	3	3	2	3	2	2	3	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3	1	2	2	2	3	3	3	2	3	3	3	3	3			
<i>Dryas octopetala</i>	.	.	.	.	.	4	3	4	4	3	4	4	2	3	2	2	2	2	2	2	4	3	4	3	2	3	2	3	3	2	2			
<i>Salix polaris</i>	+	+	1	1	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1			
<i>Saxifraga oppositifolia</i>	1	+	+	1	+	1	1	2	2	1	1	2	+	1	1	1	2	+	1	1	2	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1			
<i>Bistorta vivipara</i>	.	+	.	.	.	.	.	2	1	.	+	1	1	.	+	+	2	.	.	.	+	.	1	+	1	+	.	2	.	+	+			
<i>Carex rupestris</i>	.	.	.	.	.	.	+	.	.	+	1	1	.	1	.	1	1	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.			
<i>Pedicularis lanata</i> ssp. <i>dasyantha</i>	.	.	.	.	.	1	1	+	.	+	1	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.			
<i>Minuartia rubella</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	+	+			
<i>Saxifraga cernua</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1			
<i>Papaver dahlianum</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.		
<i>Pedicularis hirsuta</i>	.	.	.	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	
<i>Sagina nivalis</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	
<i>Draba subcapitata</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	+
<i>Poa arctica</i> ssp. <i>caespitans</i>	.	.	.	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	
<i>Draba arctica</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	
<i>Carex fuliginosa</i> ssp. <i>misandra</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	
<i>Arenaria pseudofrigida</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2	.	.	.	.	
<i>Draba corymbosa</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	
<i>Luzula arctica</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	+	.	.	
<i>Silene acaulis</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	+	.	.	
<i>Cerastium arcticum</i>	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	
<i>Poa glauca</i>	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	
<i>Potentilla pulchella</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Minuartia biflora</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Saxifraga cespitosa</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Krustenflechten	2	2	2	1	2	+	+	+	+	+	+	+	2	2	2	1	2	2	2	2	.	.	1	2	2	2	1	+	2	2	3			
<i>Ditrichum flexicaule</i>	+	+	.	+	+	1	1	1	1	1	1	1	1	1	+	.	1	1	.	.	1	1	1	1	+	+	+	1	+	+	+			
<i>Hypnum bambergeri</i>	.	.	+	+	+	.	1	2	1	1	1	.	1	+	1	+	1	+	.	.	.	.	1	+	1	+	+	2	1	1	1			

... Fortsetzung Tabelle 49

Nummer der Gesellschaft Laufende Nummer	1					2a													2b													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	
Bryum spec.	.	.	+	+	+	.	+	.	.	1	1	+	+	1	.	+	.	.	.	.	.	.	+	+	+	.	.	2	.	.		
Dicranum elongatum	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	1	+	+	+	+	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	+	1	+	+	1	
Tortula ruralis	+	.	.	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	2	.	2	2	2	.	.	.	.	.	1	.	.	+	+	+	+	1	
Thamnolia vermicularis	.	+	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	+	1	1	+	1	+	.	.	.	.	.	+	+	+	.	.	.	.	+	
Distichium capillaceum	.	.	.	.	.	1	1	1	1	1	1	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	2	.	1	.	+	+	.	.	.	.	
Campylium stellatum	.	.	.	.	.	.	.	+	+	+	+	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	+	+	+	
Cetraria islandica	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	1	.	+	+	.	+	+	.	.	+	.	.	.	+	
Oncophorus wahlenbergii	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	+	+	+	+	+	+	+	+	
Cetraria nivalis	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	+	1	+	.	+	+	.	.	.	+	+	+	.	.	.	+	
Hypnum revolutum	.	+	+	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	+	.	.	.	.	.	.	.	
Orthothecium chryseon	.	.	.	.	.	.	.	+	1	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	
Dicranum fuscescens	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	+	.	.	.	
Tortella tortuosa	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	1	2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	
Bryum wrightii	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	1	.	.	.	
Blepharostoma trichophyllum	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	
Calliergon turgescens	.	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	
Stereocaulon alpinum	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	
Orthotrichum spec.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	.	.	.	.	.	
Polytrichum alpinum	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	1
Bryum cf. pallescens	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	
Cirriphyllum cirrosum	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Encalypta procera	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	
Dicranoweisia crispula	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	
Cladonia pyxidata	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	
Ochrolechia frigida	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	
Racomitrium lanuginosum	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	
Sphaerophorus fragilis	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	
Cetraria delisei	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	
Brachythecium turgidum	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	
Isopterygiopsis pulchella	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	
Drepanocladus uncinatus	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2	.	.	
Tomenthypnum nitens	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	

Lokalitäten: 719: Blomstrandhalvøya (Kongsfj.); 784: Stuphallet (Kongsfj.); 457: N-Liefdefj. zw. Hanna- u. Erikbreen; 279, 281, 297 u. 385: Sverrefjellet (Bockfj.); 66: westl. Lerner-Halbinsel; 420-422 u. 426-427: Inneres Woodfj.-dalen; 429-432: Äußeres Woodfj.-dalen; 65: Vorland Lernerbreen (Liefdefj.); 126: Fußfläche Wulfberget (Liefdefj.); 396 u. 398: Moräne Glopgreen (Liefdefj.); 101, 196, 390-392 u. 576: Kvikkåa (Liefdefj.).

Tab. 51: *Carici rupestris-Dryadetum octopetalae* Rønning 1965, Subassoziation von *Salix polaris*.

1: Typische Variante,  
2: Variante von *Silene acaulis*.

Nummer der Gesellschaft	1																			2							
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27
Laufende Nummer	433	414	417	418	68	267	67	89	501	113	5	266	47	401	159	269	302	98	160	74	305	125	3	62	69	318	319
Interne Nummer	4	4	4	4	4	4	4	4	1	4	1	4	4	4	4	10	10	4	4	4	4	10	4	4	2	4	4
Fläche (m²)	75	85	90	80	70	75	80	75	80	70	80	70	70	80	80	90	80	85	55	85	80	75	80	70	75	90	80
Bedeckung (%)	8	9	13	13	13	16	16	17	19	19	20	18	18	18	19	25	26	27	29	23	20	22	26	16	16	25	28
Artenzahl	4	4	4	4	3	4	4	3	3	3	3	3	4	3	4	4	5	4	3	3	3	4	4	3	3	4	3
<i>Dryas octopetala</i>	3	3	3	3	4	3	2	4	4	4	4	3	2	4	3	4	2	3	3	4	4	3	3	4	4	4	3
<i>Carex rupestris</i>	2	2	2	2	1	2	2	2	2	1	2	2	2	2	2	2	1	2	1	3	2	1	2	2	2	2	1
<i>Salix polaris</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2	1	1	1	1	1	1	1
<i>Silene acaulis</i>	.	1	1	2	.	+	.	1	1	1	1	+	+	.	1	1	1	+	.	1	1	+	1	.	.	1	1
<i>Bistorta vivipara</i>	1	.	2	1	.	.	1	1	1	1	1	+	1	.	.	.	1	1	1	1	.	1	1	.	1	.	1
<i>Saxifraga oppositifolia</i>	.	.	.	.	.	.	1	1	+	+	.	.	.	.	1	+	1	.	.	1	1	.	.	1	+	1	+
<i>Luzula arctica</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Pedicularis hirsuta</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Oxyria digyna</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Carex fuliginosa ssp. misandra</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Draba corymbosa</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Cerastium arcticum</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Stellaria longipes</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Papaver dahlianum</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Luzula arcuata ssp. confusa</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Saxifraga cernua</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Pedicularis lanata ssp. dasyanth</i>	.	1	1	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Poa arctica ssp. caespitans</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Draba lactea</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Draba alpina</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Cardamine bellidifolia</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Carex nardina</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Draba fladnizensis</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Equisetum variegatum</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Draba oxycarpa</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Sagina nivalis</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Ditrichum flexicaule</i>	2	1	1	1	2	1	2	2	1	.	.	1	.	1	.	2	1	2	1	2	2	2	1	1	1	1	1
<i>Hypnum bambergeri</i>	.	2	1	1	2	1	.	2	2	3	2	1	2	.	.	3	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
<i>Bryum spec.</i>	.	.	1	2	1	1	+	.	.	1	+	1	.	2	.	3	3	1	1	2	3	1	1	.	1	2	1

... Fortsetzung Tabelle 51

Nummer der Gesellschaft Laufende Nummer	1																			2							
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27
Krustenflechten	.	.	.	.	2	.	+	1	1	1	2	1	1	2	1	.	2	1	2	.	2	2	2	+	1	1	2
Tomenthypnum nitens	.	.	.	.	.	1	2	2	2	1	1	.	2	.	1	2	1	1	+	1	1	1	2	3	.	2	1
Campylium stellatum	2	1	1	.	+	2	1	1	+	.	.	2	.	+	.	.	1	.	+	+	.	.	1	+	+	.	
Drepanocladus uncinatus	.	.	.	.	.	2	1	.	.	2	2	+	+	+	1	+	1	.	.	+	2	+	1	.	.	2	2
Polytrichum alpinum	.	.	.	.	.	.	+	+	+	.	.	.	.	+	1	+	1	+	.	.	+	+	+	1	.	+	+
Cetraria nivalis	.	.	.	.	+	.	+	+	+	+	+	.	.	.	.	.	+	+	+	.	.	+	.	.	+	+	+
Cetraria islandica	.	.	.	.	.	+	.	.	.	+	+	+	+	1	+	.	+	+	1	.	.	.	.	2	+	+	.
Aulacomnium turgidum	.	.	.	.	.	.	.	.	2	.	1	.	+	.	2	1	+	2	1	.	.	.	1	3	.	.	+
Hypnum revolutum	1	.	2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	1	1	+	+	+	.	.	2	+
Thamnolia vermicularis	.	.	.	.	.	+	.	.	.	+	.	+	+	.	.	.	+	.	+	.	.	+	+	.	.	+	+
Distichium capillaceum	1	1	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	+	2	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	+	.	.
Dicranum elongatum	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2	+	2	.	2	.	1	1	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Hylocomium splendens	.	.	.	.	.	.	.	.	2	+	1	.	.	.	3	.	2	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.
Bartramia ithyphylla	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	+	.	2	.	+	.	.	1	+
Racomitrium lanuginosum	.	.	.	.	1	.	.	.	2	.	.	.	1	.	.	.	.	2	.	2	.	.	.	.	.	.	.
Cetraria cucullata	.	.	.	.	+	.	.	.	.	+	+	.	.	.	+	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Cirriphyllum cirrosum	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Pleurozium schreberi	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	1	.	.	.	.	.	3	2
Ptilidium ciliare	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2	.	.	.	.	1	.	+	2	.	.	.
Timmia austriaca	.	.	.	.	.	+	+	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Mnium hymenophyllum	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Stereocaulon alpinum	.	.	.	+	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Polytrichum strictum	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.
Alectoria nigricans	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.
Cladonia coccifera	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.
Cetraria delisei	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.
Cladonia pyxidata	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.
Brachythecium turgidum	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Philonotis cf. tomentella	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2	.	.	.	.
Dicranum fuscescens	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2	.	.

Einmalige Vorkommen mit geringer Deckung (+): 267: *Draba arctica*, *Silene uralensis* ssp. *arctica*; 401: *Cerastium alpinum*; 98: *Poa pratensis* ssp. *alpigena*; 160: *Saxifraga tenuis*; 501: *Potentilla rubricaulis*, *Draba norvegica*; 269: *Alopecurus alpinus*, *Saxifraga cespitosa*, *Saxifraga foliolosa*; 74: *Juncus biglumis*, *Minuartia biflora*, *Silene furcata* ssp. *furcata*; 69: *Polytrichum sexangulare*; 318: *Tortula ruralis*; 319: *Lophozia groenlandica*.

Lokalitäten: 414, 417, 418 u. 433: Inneres Woodfj.-dalen; 5: Brotfjellet (Liefdefj.); 67 u. 68: westl. Lerner-Halbinsel (Liefdefj.); 266, 267 u. 269: Sverrefjellet (Bockfj.); 3, 98, 159, 160 u. 401: Kvikkåa (Liefdefj.); 47 u. 501: Festland südl. Lernerøyane; 62, 69: westl. Lernerhalbinsel (Liefdefj.); 74 u. 125: Fußfläche Wulfberget (Liefdefj.); 305, 318 u. 319: S-Roosfya (Woodfj.).



... Fortsetzung Tabelle 53

Nummer der Gesellschaft Laufende Nummer	1										2												3										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33
Poa alpina var. alpina	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Cerastium regelii	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.
Krustenflechten	.	2	2	3	2	3	.	2	3	2	1	2	.	2	.	2	2	2	.	2	1	1	+	2	2	2	3	2	1	1	.	1	3
Hypnum bambergeri	1	1	3	2	2	2	1	+	+	+	3	3	3	2	3	.	1	3	3	1	.	3	.	.	.	.	.	2	2	2	1	2	1
Cetraria islandica	.	1	1	+	1	1	+	+	+	+	+	2	2	1	2	+	+	+	+	.	1	+	+	.	1	+	+	.	.	.	.	.	.
Polytrichum alpinum	.	.	.	+	+	+	+	1	+	+	.	.	1	+	1	.	+	+	+	+	+	+	.	.	.	+	+	.	.	+	+	+	+
Ditrichum flexicaule	1	2	1	.	+	.	2	2	1	+	1	.	.	.	+	1	+	.	2	2	1	1	1	1	1	.	.	2	+	2	.	.	.
Tomenthypnum nitens	.	.	.	1	1	+	1	3	+	1	.	.	+	.	+	.	.	2	3	2	.	3	.	.	2	1	2	3	3	3	3	3	.
Bryum spec.	1	.	.	+	2	.	+	2	+	3	.	.	.	.	+	.	.	2	.	1	2	3	.	.	.	2	1	2	2	2	2	2	2
Cetraria nivalis	.	.	+	1	+	1	.	.	+	+	.	2	+	1	2	+	1	+	.	.	+	+	.	.	1	1	1	.	.	.	.	.	.
Thamnomia vermicularis	.	.	.	1	+	1	.	+	+	+	.	+	+	+	+	+	+	+	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	+	+	+
Drepanocladus uncinatus	.	.	.	1	+	.	.	2	.	2	.	1	.	.	.	.	.	+	1	+	+	3	1	2	.	2	1	2	2	+	.	.	+
Stereocaulon alpinum & spec.	+	+	+	.	.	.	.	.	.	.	1	2	1	1	2	+	+	+	.	.	+	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.
Tortula ruralis	.	.	1	+	.	.	1	.	.	.	2	.	.	.	.	.	+	.	.	1	2	.	+	1	1	1	+	.	.	1	.	1	.
Cetraria delisei	.	.	.	1	1	+	.	.	1	.	.	1	1	+	1	.	.	+	.	.	.	+	.	.	.	.	+	.	.	.	.	2	1
Distichium capillaceum	1	2	+	.	.	.	.	.	.	.	1	1	+	1	1	.	.	.	.	.	.	+	.	1	1	.	.	.	.	.	1	2	.
Dicranum fuscescens	.	.	1	1	.	1	.	.	.	1	.	.	+	1	2	.	1	1	.	.	.	.	.	1	.	2	.	1	.	.	.	.	.
Pleurozium schreberi	.	.	.	+	+	+	+	1	+	1	.	.	4	2	2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Cladonia pyxidata	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	+	+	+	+	.	.	.	.	.	+	.	+	.	.	.	.	.	+	+	+
Hylocomium splendens	.	.	.	+	+	.	.	.	.	2	.	.	.	.	2	+	+	.	.	.	.	.	1	+	2	.	.	.	.	.	.	.	.
Peltigera rufescens & aptosa	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2	.	.	.	.	.	.	+	+	.	1	.	.	.	1	.	+	+	.	.	.	.	.
Hypnum revolutum	.	2	1	.	.	.	.	.	.	.	2	.	.	.	.	.	+	1	.	.	+	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.
Oncophorus wahlenbergii	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2	1	2	3	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.
Alectoria nigricans	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	1	+	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.
Timmia austriaca	.	1	+	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Bartramia ithyphylla	.	.	.	+	+	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1
Ptilidium ciliare	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	+	.	.	.	.	1	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.
Racomitrium lanuginosum	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	+	.	2	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Racomitrium canescens	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	+	2	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Polytrichum strictum	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	+	+	1	.	.	.	.	.	.	.
Marchantia polymorpha	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Cetraria cucullata	.	.	.	+	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Tortella tortuosa	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.
Cladonia cornuta	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.
Dicranum elongatum	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Dicranum angustum	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.
Aulacomnium turgidum	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Cirriphyllum cirrosum	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Anthelia juratzkana	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Calliergon turgescens	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.

Einmalige Vorkommen mit geringer Deckung (+): 316: Pogonatum urnigerum; 287: Cassiope tetragona, Arenaria pseudofrigida, Draba fladnizensis; 114: Mnium spinosum, Orthothecium chrysyeon; 300: Cladonia spec.; 61: Carex nardina; 75: Festuca vivipara; 282: Taraxacum arcticum; 283: Trisetum spicatum; 362: Campylium stellatum, Dicranella spec., Scorpidium scorpioides; 322: Minuartia rossii; 323: Nephroma spec.; 361: Eutrema edwardsii; 298: Minuartia stricta;  
Lokalitäten: 6-8, 92, 94, 133 u. 155: Kvikkåa (Liefdefj.); 114: N-Roosflya (Woodfj.); 300, 313, 316-317, 322-324 u. 360-362: S-Roosflya (Woodfj.); 282, 283, 287, 290 u. 298: Sverrefjellet (Bockfj.); 181: Brotfjellet (Liefdefj.); 21: Næssopynten (Liefdefj.); 40-41: Lernerøyane (Liefdefj.); 61: westl. Lernerhalbinsel (Liefdefj.); 75 u. 127: Fußfläche Wulfberget (Liefdefj.); 423: Inneres Woodfj.-dalen; 660-661 u. 663-664: Eidembukta (Forlandsund).

Tab. 56: Dryado-Cassiopetum tetragonae Hadac (1946) 1989, Typische Subassoziation, Variante von Carex rupestris.

Laufende Nummer	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	
Interne Nummer	413	409	410	408	862	406	124	407	403	404	405	711	713	443	439	441	444	442	440	63	475	330	301	71	288	502	303	
Fläche (m²)	4	4	4	4	10	4	4	4	4	4	4	10	10	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	10	10	10	
Bedeckung (%)	80	85	90	85	80	85	80	85	90	90	90	80	80	80	80	80	95	90	75	85	75	90	85	75	80	80	80	
Artenzahl	11	11	11	11	12	16	20	12	15	16	17	20	17	13	15	16	15	17	19	25	26	26	28	26	29	28	30	
<i>Cassiope tetragona</i>	4	4	4	5	4	4	4	4	5	4	4	3	3	4	4	4	5	5	4	4	4	4	5	4	4	4	4	
<i>Dryas octopetala</i>	3	4	4	4	3	4	3	3	3	3	2	3	2	3	3	2	2	2	3	2	2	2	2	2	2	2	2	
<i>Carex rupestris</i>	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	2	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	
<i>Saxifraga oppositifolia</i>	2	2	2	2	1	2	2	2	2	2	2	+	1	.	1	2	1	2	1	1	.	1	1	+	.	.	1	
<i>Bistorta vivipara</i>	2	2	2	1	+	2	1	.	2	2	2	1	+	1	.	1	1	1	+	1	.	1	1	+	1	1	.	
<i>Salix polaris</i>	.	.	.	.	.	.	.	2	2	2	2	2	1	2	2	2	2	2	2	2	1	2	2	1	2	2	2	
<i>Carex fuliginosa</i> ssp. <i>misandra</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	1	1	1	1	1	1	1	1	1	.	+	+	.	.	+	+	1	1	2	
<i>Pedicularis lanata</i> ssp. <i>dasyantha</i>	.	.	.	.	.	1	1	+	1	1	1	.	.	.	.	+	+	+	.	.	.	.	.	+	+	.	.	
<i>Silene acaulis</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	1	1	2	1	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	1	1	1	+	
<i>Oxyria digyna</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	+	1	1	+	1	.	+	.	+	.	.	.	+	
<i>Carex nardina</i>	1	2	2	2	2	2	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	
<i>Luzula arctica</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	+	.	.	.	1	.	.	.	1	1	1	2	
<i>Pedicularis hirsuta</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	.	+	+	+	
<i>Stellaria longipes</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	+	.	+	+	+	.	
<i>Draba corymbosa</i>	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	+	.	.	.	+	.	.	.	
<i>Saxifraga cernua</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	+	+	+	
<i>Poa arctica</i> ssp. <i>caespitans</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	+	+	.	
<i>Cerastium arcticum</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	+	
<i>Braya purpurascens</i>	.	1	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	
<i>Equisetum variegatum</i>	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	
<i>Luzula arcuata</i> ssp. <i>confusa</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	
<i>Huperzia selago</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	+	.	.	
<i>Papaver dahlianum</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	1	
<i>Ditrichum flexicaule</i>	.	.	.	1	1	3	2	1	3	3	3	2	1	2	+	2	2	2	2	+	+	1	1	2	.	.	2	
<i>Tomenthypnum nitens</i>	.	.	.	.	1	2	3	2	3	3	2	1	.	3	3	3	3	4	4	1	2	1	2	.	1	1	2	
<i>Hypnum bambergeri</i>	.	.	.	.	.	3	2	3	3	3	2	.	.	2	2	2	2	2	2	1	1	3	2	1	2	2	2	
<i>Bryum spec.</i>	+	+	1	+	2	+	2	+	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	+	2	2	+	1	+	+	
<i>Distichium capillaceum</i>	1	1	+	1	.	1	1	.	2	1	1	.	1	1	.	.	1	1	+	.	.	1	.	.	.	.	.	
<i>Campylium stellatum</i>	1	+	+	1	.	2	+	1	.	2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	+	
<i>Drepanocladus uncinatus</i>	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	+	.	.	.	.	.	.	.	3	1	+	+	+	.	1	1
Krustenflechten	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	1	2	2	2	1
<i>Dicranum majus</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	4	4	3	2	3	2	2	3

... Fortsetzung Tabelle 56

Laufende Nummer	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	
Cetraria islandica	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	1	1	+	1	+	1	
Polytrichum alpinum	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	+	1	+	+	+	+
Cetraria nivalis	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	+	1	+	+	+	+
Cetraria delisei	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	2	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	+	+	+	1
Stereocaulon alpinum & spec.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	1	1	1	1	1	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Dicranum elongatum	.	.	.	.	+	1	1	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Isopterygiopsis pulchella	.	.	.	.	.	+	+	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	+	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.
Orthothecium chryseon	.	.	.	.	.	.	.	.	2	1	1	.	.	.	1	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.
Pleurozium schreberi	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	3	3	2	1	.	.	.	2
Blepharostoma trichophyllum	+	+	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Cetraria cucullata	.	.	.	.	+	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	.
Tortula ruralis	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	+	+	.	.	.	.
Peltigera rufescens / aptosa	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	+	.	+	+	.	.	.	.
Hylocomium splendens	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	3	2	1	.	.	.	.
Jungermannia spec.	.	.	.	.	+	+	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Cladonia spec.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.
Bartramia ithyphylla	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	2
Mnium marginatum	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+
Drepanocladus revolvens	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	3	.	.	.	2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Hypnum revolutum	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.
Calliergon turgescens	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1
Lophozia spec.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	+	.	.	.	.	.	.
Aulacomnium turgidum	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	1	.	.	.	.	.
Polytrichum sexangulare	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	+	.	.	.	.
Racomitrium lanuginosum	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	1	.	.	.
Abietinella abietina	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	.	.	.	.
Alectoria nigricans	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+
Dactylina spec.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+
Brachythecium turgidum	.	.	.	.	.	.	.	3	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Dicranum fuscescens	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Ptilidium ciliare	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	3	.	.	.	.	.	.	.
Philonotis tomentella	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2	.	.	.

Einmalige Vorkommen mit geringer Deckung (+): 124: Eutrema edwardsii; 403: Bryum wrightii; 405: Grimmia spec., Cirriphyllum cirrosum; 711: Salix reticulata; 440: Bryum pseudotriquetrum; 442: Solorina bispora; 63: Cladonia pyxidata; 475: Draba subcapitata, Pohlia cruda; 330: Cladonia ecmocyna; 301: Tortella tortuosa; 71: Sphaerophorus globosus; 288: Saxifaga cespitosa, Saxifraga nivalis; 303: Thamnolia vermicularis.

Lokalitäten: 406, 408-410 u. 413: Inneres Woodfj.-dalen; 862: Gåsebu (Kongsfj.); 124: Sjøvernbukta (Bockfj.); 403-405 u. 407: Inneres Woodfj.-dalen; 711 u. 713: Blomstrandhalvøya (Kongsfj.); 439-444: Tal am Kapp Ringertz (Innerer Woodfj.); 63 u. 502: westl. Lernerhalbinsel (Liefdefj.); 475: westl. Hannabreen (Liefdefj.); 303: Roosflya (Woodfj.); 288: Sverrefjellet (Bockfj.); 301 u. 330: S-Roosflya (Woodfj.).

**Anhang C: Gefäßpflanzenarten in den Untersuchungsgebieten Eidembukta (EB), Liefdefjorden (LF) und innerer Woodfjorden (WF).**

Nr.	Pflanzenname	EB	LF	WF
1	<i>Alopecurus borealis</i> Trin. [A. alpinus Sm., non Vill.]		x	
2	<i>Arctophila fulva</i> (Trin.) Andersson var. <i>fulva</i>	x	x	
3	<i>Arnica angustifolia</i> Vahl [A. alpina auct. scand.]		x	
4	<i>Bistorta vivipara</i> (L.) S.F.Gray [Polygonum viviparum L.]	x	x	x
5	<i>Braya purpurascens</i> (R.Br.) Bunge		x	x
6	<i>Calamagrostis stricta</i> (Timm) Koeler [C. neglecta (Ehrh.)P.Gaertner, B.Meyer & Scherb.] ssp. <i>stricta</i> (Timm) Tzvelev		x	
7	<i>Cardamine bellidifolia</i> L.	x	x	
8	<i>Cardamine pratensis</i> L. ssp. <i>polemonioides</i> Rouy [C. nymanii Gand.]	x	x	
9	<i>Carex amblyrhyncha</i> V.Krecz.		x	
10	<i>Carex aquatilis</i> Wahlenb. ssp. <i>stans</i> (Drejer) Hult. [C. stans Drejer]		x	
11	<i>Carex fuliginosa</i> Schkuhr ssp. <i>misandra</i> (R.Br.) Nyman [C. misandra R.Br.]	x	x	x
12	<i>Carex lachenalii</i> Schkuhr <i>lachenalii</i> Schkuhr [C. lagopina Wahlenb.]		x	
13	<i>Carex nardina</i> Fries		x	x
14	<i>Carex parallela</i> (Læst.) Sommerf. [C. dioica ssp. <i>parallela</i> (Læst.) Sommerf.]		x	
15	<i>Carex rupestris</i> All.	x	x	x
16	<i>Carex saxatilis</i> L. [C. pulla Good.]		x	
17	<i>Carex subspathacea</i> Wormskj.		x	
18	<i>Carex ursina</i> Dewey		x	
19	<i>Cassiope tetragona</i> (L.) D.Don.		x	x
20	<i>Cerastium alpinum</i> L.			x
21	<i>Cerastium arcticum</i> Lange [C. nigrescens Edmondst. ex H.C.Watson ssp. <i>arcticum</i> (Lange) Lusby]	x	x	x
22	<i>Cerastium regelii</i> Ostenf.	x	x	x
23	<i>Chrysosplenium tetrandrum</i> (N.Lund) Th.Fries [C. alternifolium ssp. <i>tetrandrum</i> (N.Lund) A.Blytt & O.C.Dahl]	x	x	
24	<i>Cochlearia groenlandica</i> L. [C. officinalis L. var. <i>groenlandica</i> (L.) Porsild und var. <i>arctica</i> (Schlecht.) Gel., C. <i>arctica</i> Schlecht., C. <i>fenestrata</i> R.Br.]	x	x	x

Nr.	Pflanzenname	EB	LF	WF
25	<i>Cystopteris fragilis</i> (L.) Bernh. var. <i>dickiena</i> (R.Sim.) Moore [C. <i>dickiana</i> R.Sim., C. <i>baenitzii</i> Dörfler]	x	x	
26	<i>Deschampsia alpina</i> (L.) Roemer & Schultes [D. <i>cespitosa</i> (L.) Beauv. ssp. <i>alpina</i> (L.) Hooker fil.]	x	x	x
27	<i>Deschampsia brevifolia</i> R.Br. [D. <i>arctica</i> (Sprengel) Ostenf. und D. <i>borealis</i> (Trautv.) Roshev.]		x	x
28	<i>Draba alpina</i> L.	x	x	x
29	<i>Draba arctica</i> J.Vahl		x	x
30	<i>Draba corymbosa</i> R.Br. [D. <i>bellii</i> Holm]	x	x	x
31	<i>Draba daurica</i> DC. var. <i>daurica</i> [D. <i>glabella</i> Pursh, D. <i>hirta</i> L. p.p.]		x	x
32	<i>Draba fladnizensis</i> Wulfen		x	
33	<i>Draba lactea</i> Adams [D. <i>wahlenbergii</i> Hartman]	x	x	x
34	<i>Draba micropetala</i> Hooker [D. <i>adamsii</i> Ledeb., D. <i>oblongata</i> auct., non R.Br. ex DC.]:		x	
35	<i>Draba nivalis</i> Liljeblad		x	
36	<i>Draba norvegica</i> Gunnerus		x	
37	<i>Draba oxycarpa</i> Sommerf. [D. <i>gredinii</i> Ekman]	x	x	
38	<i>Draba pauciflora</i> R.Br. [D. <i>micropetala</i> auct., non Hooker]	x	x	
39	<i>Draba subcapitata</i> Simmons	x	x	x
40	<i>Dryas octopetala</i> L.	x	x	x
41	<i>Dupontia pelligera</i> (Rupr.) A.Löve & Ritchie [D. <i>fisheri</i> R.Br. ssp. <i>pelligera</i> (Rupr.) Tzvelev]		x	
42	<i>Dupontia psilosantha</i> (Rupr.) Griseb. [D. <i>fisheri</i> R.Br. ssp. <i>psilosantha</i> (Rupr.) Hultén]		x	
43	<i>Empetrum nigrum</i> L. ssp. <i>hermaphroditum</i> (Hagerup) Böcher [E. <i>hermaphroditum</i> Hagerup]		x	
44	<i>Equisetum arvense</i> L. ssp. <i>boreale</i> (Bong.) A.Löve [var. <i>alpestre</i> Wahlenb.]	x	x	x
45	<i>Equisetum scirpoides</i> Michx [Hippochaete <i>scirpoides</i> (Michx) Farwell]	x	x	
46	<i>Equisetum variegatum</i> Schleich. ex Web. & Mohr [Hippochaete <i>variegata</i> (Schleicher) Bruhin]		x	x
47	<i>Erigeron humilis</i> R.C.Graham [E. <i>unalaschkensis</i> (DC.) Vierh.]	x	x	x
48	<i>Erigeron uniflorus</i> L. ssp. <i>eriocephalus</i> (J.Vahl) Cronq. [E. <i>eriocephalus</i> J.Vahl]			x
49	<i>Eriophorum angustifolium</i> Honckeney ssp. <i>triste</i> (Th.Fries) Hultén [E. <i>triste</i> (Th.Fries) Hadac & A.Löve]		x	
50	<i>Eriophorum scheuchzeri</i> Hoppe		x	x
51	<i>Eutrema edwardsii</i> R.Br.		x	
52	<i>Festuca baffinensis</i> Polunin		x	

Nr.	Pflanzenname			
		EB	LF	WF
53	<i>Festuca brachyphylla</i> Schultes [F. <i>brevifolia</i> R.Br., non Muhlenb.]		x	
54	<i>Festuca rubra</i> L. ssp. <i>arctica</i> (Hack.) Govor. [F. <i>cryophila</i> V.Krecz. & Bobrov, F. <i>richardsonii</i> Hook.]	x	x	x
55	<i>Festuca vivipara</i> (L.) Sm. [F. <i>ovina</i> L. f. <i>vivipara</i> (L.) Neum.]	x	x	x
56	<i>Huperzia selago</i> (L.) Bernh. ex Schrank & C.F.P. Mart. ssp. <i>arctica</i> (Grossh. ex Tolm.) A.&D.Löve [Lycopodium selago L.]	x	x	
57	<i>Juncus biglumis</i> L.	x	x	x
58	<i>Koenigia islandica</i> L.		x	
59	<i>Luzula arctica</i> Blytt [L. <i>nivalis</i> auct.]	x	x	x
60	<i>Luzula arcuata</i> Swartz. ssp. <i>confusa</i> (Lindeb.) Blytt [L. <i>confusa</i> Lindeb.]	x	x	
61	<i>Minuartia biflora</i> (L.) Schinz & Thell.	x	x	x
62	<i>Minuartia rossii</i> (R.Br. ex Richardson) Graebn.		x	
63	<i>Minuartia rubella</i> (Wahlenb.) Hiern.	x	x	x
64	<i>Oxyria digyna</i> (L.) Hill	x	x	x
65	<i>Papaver dahlianum</i> Nordh.	x	x	x
66	<i>Pedicularis lanata</i> Cham. & Schlecht. ssp. <i>dasyantha</i> (Trautv.) Hultén [P. <i>dasyantha</i> (Trautv.) Hultén]		x	x
67	<i>Pedicularis hirsuta</i> L.	x	x	x
68	<i>Phippsia algida</i> (Sol.) R.Br.	x	x	x
69	<i>Phippsia concinna</i> (Th.Fries) Lindeb.	x	x	x
70	<i>Pleuropogon sabinii</i> R.Br.		x	
71	<i>Poa abbreviata</i> R.Br.		x	x
72	<i>Poa alpina</i> L. var. <i>alpina</i>	x	x	x
73	<i>Poa alpina</i> L. var. <i>vivipara</i> L.	x	x	x
74	<i>Poa arctica</i> R.Br. ssp. <i>caespitans</i> (Simm.) Nannf. [P. <i>tolmatchewii</i> Roshev., P. <i>filipes</i> Lange]	x	x	x
75	<i>Poa arctica</i> R.Br. ssp. <i>caespitans</i> (Simm.) Nannf. var. <i>vivipara</i> (Malmgr.)	x	x	x
76	<i>Poa hartzii</i> Gand.			x
77	<i>Poa pratensis</i> L. ssp. <i>alpigena</i> (Fries) Hiit. [P. <i>alpigena</i> (Fries) Lindm.]	x	x	x
78	<i>Poa pratensis</i> L. ssp. <i>alpigena</i> (Fries) Hiit. var. <i>vivipara</i> (Malmg.)			x
79	<i>Potentilla chamissonis</i> Hult. [P. <i>nivea</i> ssp. <i>chamissonis</i> (Hultén) Hiit., P. <i>hookeriana</i> Lehm. ssp. <i>chamissonis</i> (Hultén) Hultén]		x	
80	<i>Potentilla crantzii</i> (Cranz) G.Beck ex Fritsch		x	
81	<i>Potentilla hypartica</i> Malte [P. <i>robbinsiana</i> Oakes ssp. <i>hyparctica</i> (Malte) D.Löve, P. <i>emarginata</i> Pursh]	x	x	

Nr.	Pflanzenname			
		EB	LF	WF
82	<i>Potentilla nivea</i> L. ssp. <i>subquinata</i> (Lange) Hult.		x	
83	<i>Potentilla pulchella</i> R.Br.		x	x
84	<i>Potentilla rubricaulis</i> Lehm.			x
85	<i>Puccinellia angustata</i> (R.Br.) Rand & Redf. ssp. <i>angustata</i>		x	x
86	<i>Puccinellia phryganodes</i> (Trin.) Scribn. & Merr. ssp. <i>vilfoidea</i> (Andersson) Tzvelev [P. <i>vilfoidea</i> (Andersson) A.&D.Löve]		x	x
87	<i>Puccinellia vahliana</i> (Liebm.) Scribn. & Merr. [Colpodium <i>vahlianum</i> (Liebm.) Nevskij]		x	
88	x <i>Puccinellia vacillans</i> (Th.Fries) Tzvelev [Colpodium <i>vacillans</i> (Th.Fries) Polunin]		x	
89	<i>Ranunculus hyperboreus</i> Rottb. ssp. <i>arnellii</i> Scheutz [R. <i>samojedorum</i> Rupr.]	x	x	x
90	<i>Ranunculus nivalis</i> L.	x	x	x
91	<i>Ranunculus pygmaeus</i> Wahlenb.	x	x	x
92	<i>Ranunculus sulphureus</i> Solander		x	
93	<i>Sagina nivalis</i> (Lindbl.) Fries [S. <i>intermedia</i> Fenzl]	x	x	x
94	<i>Salix polaris</i> Wahlenb.	x	x	x
95	<i>Salix reticulata</i> L.		x	
96	<i>Saxifraga aizoides</i> L.	x	x	x
97	<i>Saxifraga cernua</i> L.	x	x	x
98	<i>Saxifraga cespitosa</i> L.	x	x	x
99	<i>Saxifraga flagellaris</i> Stern. & Willd. ssp. <i>platysepala</i> (Trautv.) A.E.Porsild [S. <i>platysepala</i> (Trautv.) Tolm.]		x	
100	<i>Saxifraga foliolosa</i> R.Br. [S. <i>stellaris</i> var. <i>comosa</i> Retz.]	x	x	
101	<i>Saxifraga hieracifolia</i> Waldst. & Kit. ex Willd.	x	x	
102	<i>Saxifraga hirculus</i> L.	x	x	
103	<i>Saxifraga hyperborea</i> R.Br.		x	
104	<i>Saxifraga nivalis</i> L.	x	x	
105	<i>Saxifraga oppositifolia</i> L.	x	x	x
106	<i>Saxifraga rivularis</i> L.	x	x	
107	<i>Saxifraga svalbardensis</i> D.O.Øvstedal		x	x
108	<i>Saxifraga tenuis</i> (Wahlenb.) H.Smith ex Lindm. [S. <i>nivalis</i> ssp. <i>tenuis</i> (Wahlenb.) Br.-Bl.]	x	x	
109	<i>Silene acaulis</i> (L.) Jacq.	x	x	x
110	<i>Silene furcata</i> Rafin. ssp. <i>furcata</i> [Melandrium <i>affine</i> (J.Vahl ex Fries) J.Vahl, M. <i>angustiflorum</i> (Rupr.) Walp.]		x	x
111	<i>Silene uralensis</i> (Rupr.) Bocq. ssp. <i>arctica</i> (Fries) Bocq. [Melandrium <i>apetalum</i> ssp. <i>arcticum</i> (Fries) Hultén]		x	x

Nr.	Pflanzenname	EB	LF	WF
112	Stellaria humifusa Rottb.		x	
113	Stellaria longipes Goldie [S. crassipes Hult.]	x	x	x
114	Taraxacum arcticum (Trautv.) Dahlst.		x	x
115	Taraxacum brachyceras Dahlst. [T. simulum Brenner]		x	
116	Trisetum spicatum (L.) K.Richter	x	x	x
	Sippenzahl insgesamt	59	111	64