



MÜNSTERSCHE
GEOGRAPHISCHE
ARBEITEN

Dietbert Thannheiser

Die Küstenvegetation
Ostkanadas

SCHÖNINGH

DIE KÜSTENVEGETATION OSTKANADAS

Dietbert Thannheiser

FERDINAND SCHÖNINGH · PADERBORN · 1981

Die vorliegende Arbeit wurde 1980 vom Fachbereich Geowissenschaften der Westfälischen Wilhelms - Universität als Habilitationsschrift angenommen.

Alle Rechte, auch das der auszugsweisen photomechanischen Wiedergabe, vorbehalten.

© 1981 by Ferdinand Schöningh, Paderborn, ISBN 3 - 506 - 73210 - 2

Gesamtherstellung: Buchdruckerei Regensberg, Daimlerweg 58, 4400 Münster

V o r w o r t

Die ostkanadischen Seemarschen, Küstendünen und Meeresspülsäume sind aufgrund ihrer relativen Ungestörtheit gut geeignet, charakteristische Zonierungen und Zusammensetzungen der Phytozönosen eines extremen Lebensraumes zu untersuchen. In der vorliegenden Arbeit wird besonders auf die Vegetation der Salzwiesen, Meeresspülsäume, der primären und sekundären Dünen abgehoben. Die tertiären Dünen sowie die zwischen ihnen liegenden Dünentäler wurden bei der Bearbeitung nicht berücksichtigt, da ihre Vegetation bereits floristische Übergänge zu den weiter landeinwärts liegenden Pflanzengesellschaften zeigt.

Die dieser Arbeit zugrundeliegenden Felduntersuchungen wurden in den Jahren 1975 und 1976 durchgeführt. Im Mai 1976 hatte ich zudem die Gelegenheit, im Rahmen einer Exkursion der Internationalen Vereinigung für Vegetationskunde bei Gaspé und auf den Iles de la Madeleine mit den Damen und Herren GEHU, GRANDTNER, OHBA, MIYAWAKI, STEUBING, TOXEN und WILMANNS pflanzensoziologische Probleme an der Küstenvegetation zu diskutieren. Während einer Gastdozentur (Februar - April 1978) an der McGill-University (Montréal) konnte ich die Eisverhältnisse in Québec studieren. Ergänzende ökologische und pflanzensoziologische Untersuchungen wurden schließlich noch im September 1978 vorgenommen.

Das Forschungsvorhaben wurde in den Jahren 1975 und 1978 durch Reisebeihilfen der Gesellschaft zur Förderung der Westfälischen Wilhelms-Universität zu Münster unterstützt. Dafür sei hier an erster Stelle gedankt.

Wertvolle Hilfe durch Bestimmung kritischer Gefäßpflanzen leisteten die Damen und Herren Dr. P. AUQUIR (Lüttich), Dr. M. BARKWORTH (Ottawa), Dr. J. BASSETT (Ottawa), Dr. B. BOIVIN (Ottawa), Dr. W. CODY (Ottawa), Dr. C. CROMPTON (Ottawa), Prof. Dr. A. DAMMAN (Storrs), Konservator KUHBIER (Bremen), Dr. A. LÖVE (San José), Dr. T. OHBA (Yokohama), Prof. Dr. H. SCHOLZ (Berlin), Dr. P. SCOTT (St. John's) und Dr. P. TASCHEREAU (Manchester).

Durch Hinweise und Auskünfte wurde ich weiter unterstützt von den Damen und Herren Dr. W. BEEFTINK (Yerseke), Prof. Dr. GEHU (Lille), Prof. Dr. M. GRANDTNER (Québec), Dr. D. PATRIQUIN (Halifax), Dr. F. PDLETT (St. John's), Prof. Dr. O. WILMANNS (Freiburg).

Allen möchte ich an dieser Stelle meinen aufrichtigen Dank aussprechen.

Mein besonderer Dank gilt Herrn Prof. Dr. Drs. h.c. R. TOXEN (Todenmann), der die Arbeit durch zahllose Anregungen gefördert und mir seine Bibliothek und sein Archiv in der Arbeitsstelle für Theoretische und Angewandte Pflanzensoziologie in Todenmann in großzügiger Weise zur Verfügung gestellt hat.

Herrn Prof. Dr. K. DIERSSEN (Kiel) danke ich für wertvolle Anregungen und Diskussionen sowie für die Durchsicht des Manuskriptes.

Frau B. Dierßen übernahm dankenswerterweise die mühevollen redaktionellen Arbeit.

Münster, März 1981

Dietbert Thannheiser

I n h a l t s ü b e r s i c h t

	Seite
Vorwort	5
Verzeichnis der Tabellen	9
Verzeichnis der Abbildungen	10
EINLEITUNG	17
A. DIE PHYSIOGEOGRAPHISCHEN GRUNDLAGEN	18
1. Das Untersuchungsgebiet	18
2. Die geologisch-morphologischen Verhältnisse	18
3. Die Meeresströmungen	21
4. Die klimatischen Gegebenheiten	21
5. Die Sturmfluten	22
6. Die Eisverhältnisse	23
B. METHODISCHE GRUNDLAGEN	27
1. Zum Begriff 'Küste'	27
2. Vegetationsgeographische Vorbemerkungen	28
3. Auswahl der untersuchten Küstengebiete sowie Darstellung ökologischer Methoden	29
4. Anfertigung von Vegetationsaufnahmen und Tabellen	29
5. Zur Klassifizierung und Nomenklatur	30
6. Synsoziologische Ansätze	30
C. BEMERKENSWERTE FLORISTISCHE BEOBACHTUNGEN	32
D. DIE VEGETATION DER SEEMARSCHEN	43
I. Allgemeine Betrachtung	43
1. Physiographie	43
2. Physiognomie	44
3. Synchorologie	45
4. Syndynamik	46
5. Synökologie	47
6. Synsystematik	54
7. Kartierung einiger Salzwiesen	54
8. Wirtschaftliche Bedeutung	61
9. Synsoziologie	61
II. Beschreibung der Gesellschaften	64
1. <i>Zosteretum marinae</i>	64
2. <i>Ruppiaetum maritimae</i>	68
3. <i>Eleocharitetum parvulae</i>	70
4. <i>Salicornia europaea</i> - Gesellschaft	73
5. <i>Spartinetum alterniflorae</i>	77
6. <i>Spartinetum patentis</i>	82
7. <i>Limonietum nashii</i>	86
8. <i>Puccinellietum americanae</i>	89
9. <i>Distichlidetum spicatae</i>	92
10. <i>Spergularietum canadensis</i>	94
11. <i>Puccinellietum pauperculae</i>	96
12. <i>Triglochinietum gaspensis</i>	100

13. Plantagini - Caricetum subspathaceae	103
14. <i>Plantago maritima</i> - Gesellschaft	106
15. Puccinellietum ambiguae	110
16. Ranunculietum cymbalariae	113
17. Puccinellietum coarctatae	116
18. Eleocharitetum halophilae	118
19. Caricetum mackenziei	120
20. Caricetum salinae	122
21. Caricetum paleaceae	124
22. Festuco - Caricetum glareosae	127
23. Scirpetum americanum	129
24. Scirpetum rufum	121
25. Juncetum gerardii	134
E. DIE VEGETATION DER KOSTENDONEN	138
I. Allgemeine Betrachtung	138
1. Physiographie	138
2. Physiognomie	138
3. Syndynamik	140
4. Synökologie	142
5. Synsystematik	143
6. Synchorologie	145
7. Wirtschaftliche Bedeutung und Naturschutz	146
8. Synsoziologie	147
II. Beschreibung der Gesellschaften	148
1. Mertensietum maritimae	148
2. <i>Honckenya peploides</i> - Gesellschaft	151
3. <i>Honckenya robusta</i> - Elymetum mollis	153
4. <i>Lathyro japonici</i> - <i>Ammophiletum breviligulatae</i>	157
F. DIE VEGETATION DER MEERESSPÜLSÄUME	161
I. Allgemeine Betrachtung	161
1. Physiographie	161
2. Physiognomie	161
3. Syndynamik	162
4. Synökologie	163
5. Synsystematik	163
6. Synchorologie	165
7. Wirtschaftliche Bedeutung	165
II. Beschreibung der Gesellschaften	166
1. <i>Suaedetum maritimae</i>	166
2. <i>Cakiletum edentulae</i>	169
3. <i>Salsola kali</i> - Gesellschaft	173
4. <i>Atriplex</i> - Gesellschaften	174
5. <i>Polygonum</i> - Gesellschaften	177
6. <i>Potentilletum egedii</i>	180

	Seite
ZUSAMMENFASSUNG	184
SUMMARY	185
LITERATURVERZEICHNIS	186
PHOTO-ANHANG: ABBILDUNGEN 151 - 166	194

Verzeichnis der Tabellen

	Seite
Tab. 1 Stetigkeitstabelle zur Klassifikation der ostkanadischen Salzwiesen (Teil A)	52
Tab. 2 Stetigkeitstabelle zur Klassifikation der ostkanadischen Salzwiesen (Teil B)	53
Tab. 3 Sigmassoziation von <i>Triglochin</i> <i>gaspensis</i> , Subassoziation von <i>Plantago maritima</i>	63
Tab. 4 <i>Zosteretum marinae</i>	65
Tab. 5 <i>Ruppia</i> <i>maritima</i>	69
Tab. 6 <i>Eleocharitetum parvulae</i>	72
Tab. 7 <i>Salicornia europaea</i> - Gesellschaft	75
Tab. 8 <i>Spartinetum alterniflorae</i>	79
Tab. 9 <i>Spartinetum patentis</i>	83
Tab. 10 <i>Limonietum nashii</i>	87
Tab. 11 <i>Puccinellietum americanae</i>	90
Tab. 12 <i>Distichlidetum spicatae</i>	92
Tab. 13 <i>Spergularietum canadensis</i>	94
Tab. 14 <i>Puccinellietum pauperculae</i>	98
Tab. 15 <i>Triglochin</i> <i>gaspensis</i>	101
Tab. 16 <i>Plantagini</i> - <i>Caricetum subspathaceae</i>	104
Tab. 17 <i>Plantago maritima</i> - Gesellschaft	108
Tab. 18 <i>Puccinellietum ambiguae</i>	111
Tab. 19 <i>Ranunculetum cymbalariae</i>	114
Tab. 20 <i>Puccinellietum coarctatae</i>	116
Tab. 21 <i>Eleocharitetum halophila</i>	119
Tab. 22 <i>Caricetum mackenziei</i>	120
Tab. 23 <i>Caricetum salinae</i>	122
Tab. 24 <i>Caricetum paleaceae</i>	125
Tab. 25 <i>Festuco</i> - <i>Caricetum glareosae</i>	127
Tab. 26 <i>Scirpetum americanum</i>	129
Tab. 27 <i>Scirpetum rufum</i>	132
Tab. 28 <i>Juncetum gerardii</i>	136
Tab. 29 Verbreitung der Kennarten von <i>Honckenya</i> - <i>Elymetea arenarii</i>	145
Tab. 30 Sigmassoziation von <i>Lathyro japonici</i> - <i>Ammophiletum breviligulae</i> , Typische Variante der Subassoziation von <i>Carex siliacea</i>	147
Tab. 31 <i>Mertensietum maritima</i>	149
Tab. 32 <i>Honckenya</i> - Gesellschaft	152
Tab. 33 Synthetische Assoziationstabelle von <i>Honckenya robusta</i> - <i>Elymetum mollis</i>	155
Tab. 34 Synthetische Assoziationstabelle von <i>Lathyro japonici</i> - <i>Ammophiletum breviligulatae</i>	159
Tab. 35 Stetigkeitstabelle zur Klassifikation der ostkanadischen Spülsaum - Gesellschaften	164
Tab. 36 <i>Suaedetum maritima</i>	167
Tab. 37 <i>Cakiletum edentulae</i>	170
Tab. 38 <i>Salsola kali</i> - Gesellschaft	173
Tab. 39 <i>Atriplex</i> - Gesellschaften	175
Tab. 40 <i>Polygonum</i> - Gesellschaften	178
Tab. 41 <i>Potentilletum egedii</i>	182

Verzeichnis der Abbildungen

	Seite
Abb. 1 Reisewege des Verfassers im Untersuchungsraum Ostkanadas in den Jahren 1975, 1976 und 1978	18
Abb. 2 Küstenformen im ostkanadischen Untersuchungsraum	19
Abb. 3 Meeresströmungen in Ostkanada (verändert nach MATHESON 1967 und INGRAM 1967) sowie Häufigkeit und Verteilung der vorherrschenden Windrichtungen in Halbjahresabschnitten in St. John (Newbrunswick)	20
Abb. 4 Tidenhub (in Metern) im Gulf of St. Lawrence (nach WRIGHT 1974)	21
Abb. 5 Küstenformen und Durchschnittstidenhub in der Bay of Fundy (verändert nach WELSTED 1974)	22
Abb. 6 Klimadiagramme von ausgewählten ostkanadischen Stationen (nach WALTER und LIETH 1960)	23
Abb. 7 Isolinien der Durchschnittstemperatur über 5,6°C an ausgewählten Tagen	24
Abb. 8 Schematisierter Querschnitt durch eine Seemarsch mit Eispressung. Ein von Eisschollen transportierter Felsbrocken hat auf der Luvseite einen Kleiwall und im Lee eine Miniaturlunze hinterlassen.	24
Abb. 9 Eisbedeckung im Gulf of St. Lawrence; dargestellt an der mittleren Vereisung bei einem Beobachtungszeitraum von 5 Jahren und am Beispiel eines einzelnen Winters (1974)	25
Abb. 10 Schematische Darstellung der Küste in Abhängigkeit von den Gezeiten	28
Abb. 11 - 46 Verbreitungskarten diagnostisch wichtiger Arten (Newfoundland)	
Abb. 11 <i>Ruppia maritima</i>	34
Abb. 12 <i>Zostera marina</i> var. <i>stenophylla</i>	34
Abb. 13 <i>Triglochin gaspense</i>	34
Abb. 14 <i>Ammophila breviligulata</i>	34
Abb. 15 <i>Puccinellia ambigua</i> (Ostkanada)	35
Abb. 16 <i>Puccinellia coarctata</i>	35
Abb. 17 <i>Puccinellia paupercula</i>	35
Abb. 18 <i>Spartina alterniflora</i>	35
Abb. 19 <i>Spartina patens</i>	36
Abb. 20 <i>Carex glareosa</i>	36
Abb. 21 <i>Carex mackenziei</i>	36
Abb. 22 <i>Carex maritima</i>	36
Abb. 23 <i>Carex paleacea</i>	37
Abb. 24 <i>Carex salina</i>	37
Abb. 25 <i>Carex subspathacea</i>	37
Abb. 26 <i>Eleocharis halophila</i>	37
Abb. 27 <i>Eleocharis parvula</i>	37
Abb. 28 <i>Scirpus americanus</i>	38
Abb. 29 <i>Scirpus rufus</i>	38
Abb. 30 <i>Juncus gerardii</i>	38
Abb. 31 <i>Polygonum boreale</i>	38
Abb. 32 <i>Polygonum fowleri</i>	39
Abb. 33 <i>Polygonum raji</i>	39
Abb. 34 <i>Atriplex subspicata</i> (Ostkanada)	39
Abb. 35 <i>Atriplex praecox</i>	40
Abb. 36 <i>Salicornia europaea</i>	40
Abb. 37 <i>Salsola kali</i>	40
Abb. 38 <i>Suaeda maritima</i>	40
Abb. 39 <i>Honckenya peploides</i>	41
Abb. 40 <i>Stellaria humifusa</i>	41
Abb. 41 <i>Ranunculus cymbalaria</i>	41
Abb. 42 <i>Cakile edentula</i>	41

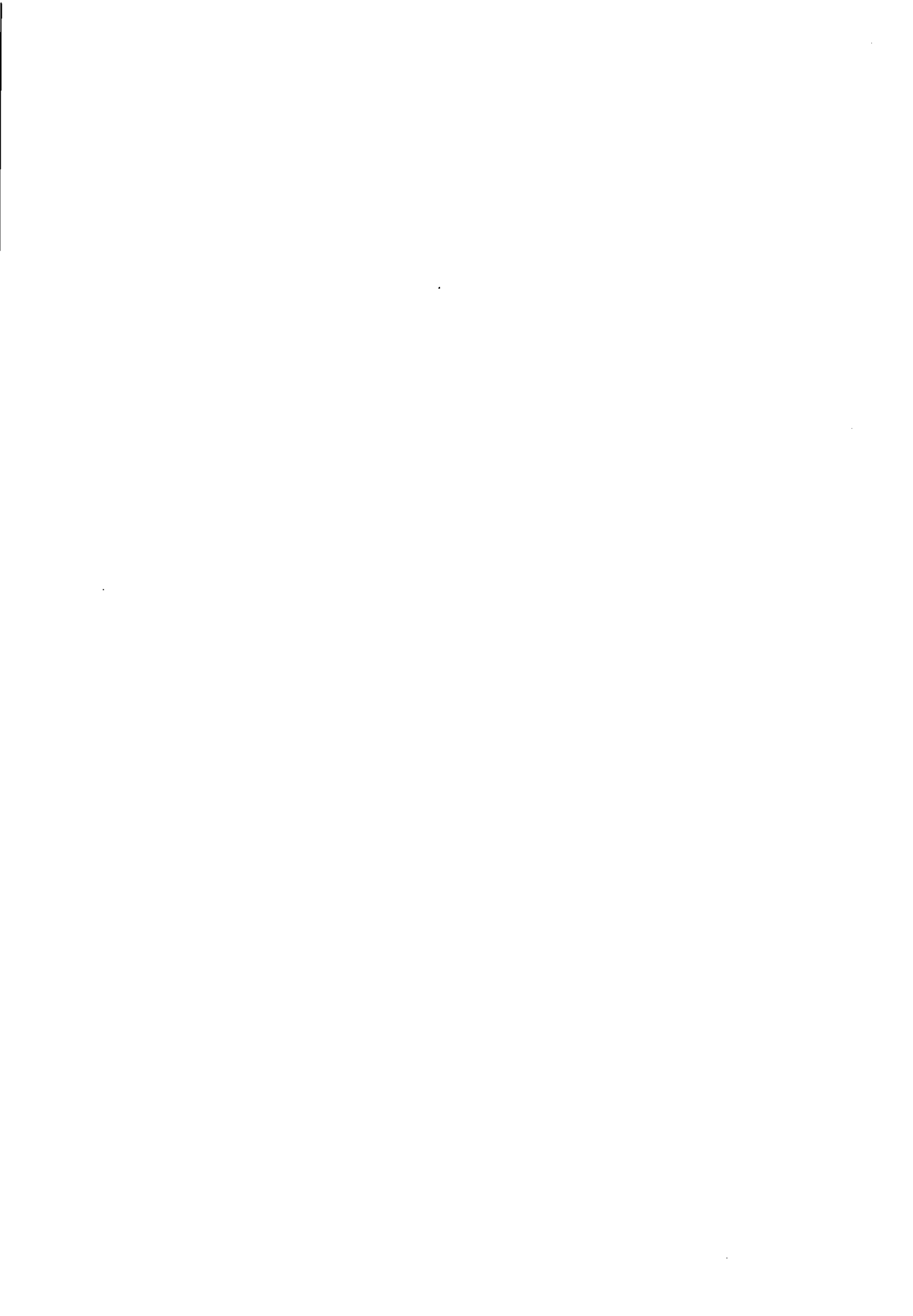
Abb. 43	<i>Glaux maritima</i>	42
Abb. 44	<i>Limonium nashii</i>	42
Abb. 45	<i>Mertensia maritima</i>	42
Abb. 46	<i>Plantago maritima</i>	42
Abb. 47	Schematische Darstellung der Vegetation in den Seemarschen bei Plage du Havre Aubert, Iles de la Madeleine (29. 8. 1976)	44
Abb. 48	Schematische Darstellung der Vegetationsverteilung in den Seemarschen bei Head Jeddore, Nova Scotia (10. 8. 1976)	45
Abb. 49	Verbreitung der Salzwiesen-Gesellschaften in Ostkanada	46
Abb. 50	Ökologisches Diagramm der Salzwiesen-Gesellschaften Ostkanadas	47
Abb. 51	Schematischer Querschnitt durch die Salzwiesen (Verteilung der Pflanzengesellschaften und der Salinitätswerte im Bodenwasser) bei Stephenville Crossing, Newfoundland (7. 9. 1978)	48
Abb. 52	Schematische Darstellung der Vegetationsanordnung einschließlich der Verteilung der Salinität (Prozentwerte im Bodenwasser) in den Seemarschen bei St. Paul, Newfoundland (8. 9. 1978)	49
Abb. 53	Schematische Darstellung der Vegetationszonierung in den ostkanadischen Seemarschen auf Newfoundland und Nova Scotia	51
Abb. 54 - 66	Kartierungsbeispiele besonders gut entwickelter Salzwiesen zur Verdeutlichung der überregionalen Unterschiede	
Abb. 54	Vegetationsverteilung in einer Salzwiese bei Rossway, Nova Scotia (14. 8. 1976)	54
Abb. 55	Vegetationsverteilung in den Seemarschen bei College Bridge, Newbrunswick (25. 8. 1976)	55
Abb. 56	Vegetationszonierung an einer Lagune in den Salzarschen bei Stephenville Crossing, Newfoundland (7. 8. 1976)	55
Abb. 57	Vegetationsverteilung in einer Salzwiese der Bonne Bay bei Gleanburnie, Newfoundland (1. 8. 1976)	56
Abb. 58	Vegetationszonierung bei Lamèque, Newbrunswick (24. 8. 1976)	56
Abb. 59	Zonierung der Pflanzengesellschaften in einer Salzwiese an der Tracedie Bay, Prince Edward Island (27. 8. 1976)	57
Abb. 60	Vegetationsverteilung in den Seemarschen bei Head Jeddore, Nova Scotia (1976)	57
Abb. 61	Vegetationszonierung bei Port Daniel, Québec (22. 8. 1976)	58
Abb. 62	Vegetationsverteilung in den Seemarschen bei Black Harbour, Newbrunswick (15. 8. 1976)	58
Abb. 63	Vegetationszonierung an einer Bachmündung bei Barachois, Québec (22. 8. 1976)	59
Abb. 64	Vegetationszonierung in den Salzwiesen von Gros Cacouna, Québec (1976)	59
Abb. 65	Vegetationszonierung an der Rustico Bay, Prince Edward Island (1976)	60
Abb. 66	Vegetationszonierung in verlandenden Buchten der Salzarschen von St. Paul, Newfoundland (2. 8. 1976)	60
Abb. 67	Vegetationsverteilung in den Salzwiesen von St. Paul, Newfoundland (1976)	62
Abb. 68	Zonierung der Strandvegetation bei Lethbridge, Newfoundland (28. 8. 1975) (<i>Zosteretum marinae</i>)	64
Abb. 69	Schematische Darstellung der Vegetationszonierung am Strand (<i>Zosteretum marinae</i>)	65
Abb. 70	Verbreitung des <i>Zosteretum marinae</i> und des <i>Ruppisetum maritima</i>	67
Abb. 71	Schematische Darstellung der Vegetationszonierung in den Seemarschen bei Stephenville Crossing, Newfoundland (1976) (<i>Ruppisetum maritima</i>)	68
Abb. 72	Schematische Darstellung der Vegetationszonierung an der Notre Dame Bay, Newfoundland (30. 7. 1976) (<i>Eleocharitetum parvulae</i>)	71
Abb. 73	Schematische Darstellung der Strandvegetation in der Pinware Bay, Labrador (20. 8. 1975) (<i>Eleocharitetum parvulae</i>)	71
Abb. 74	Schematische Darstellung der Ufervegetation am Main Brook, Newfoundland (3. 8. 1976) (<i>Eleocharitetum parvulae</i>)	71

	Seite
Abb. 75 Verbreitung des <i>Eleocharitetum parvulae</i>	72
Abb. 76 Schematische Darstellung der Vegetation in den Salzmarschen von St. Paul, Newfoundland (18. 8. 1975) (<i>Salicornia europaea</i> - Gesellschaft)	73
Abb. 77 Schematische Darstellung der Vegetationsverteilung in den Seemarschen bei Stephenville Crossing, Newfoundland (7. 8. 1976) (<i>Salicornia europaea</i> - Gesellschaft)	74
Abb. 78 Verbreitung der <i>Salicornia europaea</i> - Gesellschaft	76
Abb. 79 Schematische Darstellung der Vegetationsverteilung in den Seemarschen bei Head of Chezzetcook, Nova Scotia (10. 8. 1976) (<i>Spartinetum alternifl.</i>)	77
Abb. 80 Schematische Darstellung der Strandvegetation auf dem Rest eines alten Marschbodens bei Capucine, Québec (21. 8. 1976) (<i>Spartinetum alterniflorae</i>)	78
Abb. 81 Schematische Zonierung durch eine Mulde (<i>Spartinetum alternifl.</i>)	78
Abb. 82 Verbreitung des <i>Spartinetum alterniflorae</i>	80
Abb. 83 Schematische Darstellung der Vegetationsverteilung in einer Salzwiese bei Springtidenhochwasser, Little Sands, Prince Edward Island (1. 9. 1976) (<i>Spartinetum patensis</i>)	82
Abb. 84 Schematische Darstellung von <i>Spartina patens</i>	82
Abb. 85 Verbreitung des <i>Spartinetum patensis</i>	84
Abb. 86 Schematische Darstellung der Strandvegetation an der St. Anns Bay, Nova Scotia (3. 9. 1976) (<i>Limonietum nashii</i>)	86
Abb. 87 Verbreitung des <i>Limonietum nashii</i>	88
Abb. 88 Schematische Darstellung der Vegetationsverteilung in den Seemarschen bei Fort Beauséjour, Newbrunswick (26. 8. 1976) (<i>Puccinellietum americanae</i>)	89
Abb. 89 Verbreitung des <i>Puccinellietum americanae</i>	91
Abb. 90 Verbreitung des <i>Odistichlidetum spicatae</i>	93
Abb. 91 Schematische Darstellung der Vegetationszonierung am Cloud River, Newfoundland (4. 8. 1976) (<i>Spergularietum canadensis</i>)	94
Abb. 92 Verbreitung des <i>Spergularietum canadensis</i>	95
Abb. 93 Zonierung des <i>Puccinellietum pauperculae</i> in der Pistolet Bay, Newfoundland (22. 8. 1975)	96
Abb. 94 Vegetationszonierung in den Seemarschen bei St. Paul, Newfoundland (<i>Puccinellietum pauperculae</i>)	96
Abb. 95 Verbreitung des <i>Puccinellietum pauperculae</i>	99
Abb. 96 Schematische Darstellung der Vegetationszonierung auf den Abrasionsterrassen in den Seemarschen von St. Paul, Newfoundland (16. 8. 1975) (<i>Triglochinetum gaspensis</i>)	100
Abb. 97 Verbreitung des <i>Triglochinetum gaspensis</i>	102
Abb. 98 Schematische Darstellung der Vegetationszonierung in den Seemarschen von Stephenville Crossing, Newfoundland (7. 8. 1976) (<i>Plantagini - Caricetum subspathaceae</i>)	103
Abb. 99 Verbreitung des <i>Plantagini - Caricetum subspathaceae</i>	105
Abb. 100 Zonierung der Strandvegetation bei Forteau, Labrador (21. 8. 1975) (<i>Plantago maritima</i> - Gesellschaft)	106
Abb. 101 Schematische Darstellung der Vegetationszonierung in einer Salzwiese bei Fourchu, Nova Scotia (9. 8. 1976) (<i>Plantago maritima</i> - Gesellschaft)	106
Abb. 102 Verbreitung der <i>Plantago maritima</i> - Gesellschaft	109
Abb. 103 Schematische Darstellung der Vegetation in einer Salzwiese bei Searston, Newfoundland (5. 9. 1976) (<i>Puccinellietum ambiguae</i>)	110
Abb. 104 Verbreitung des <i>Puccinellietum ambiguae</i>	112
Abb. 105 Schematische Darstellung der Vegetationsverteilung am Pearson Pond, Newfoundland (16. 8. 1975) (<i>Ranunculetum cymbalariae</i>)	113
Abb. 106 Verbreitung des <i>Ranunculetum cymbalariae</i> und des <i>Eleocharitetum halophilae</i>	115

	Seite
Abb. 107 Schematische Darstellung der Vegetation am Pearson Pond, Newfoundland (16. 8. 1975) (<i>Puccinellietum coarctatae</i>)	116
Abb. 108 Verbreitung des <i>Puccinellietum coarctatae</i>	117
Abb. 109 Schematische Darstellung der Strandvegetation am Pearson Pond, Newfoundland (16. 8. 1975) (<i>Eleocharitetum halophila</i>)	118
Abb. 110 Schematische Darstellung der Vegetationsverteilung in einer Salzwiese der Pistolet Bay, Newfoundland (4. 8. 1976) (<i>Caricetum mackenziei</i>)	120
Abb. 111 Verbreitung des <i>Caricetum mackenziei</i>	121
Abb. 112 Schematische Darstellung der Vegetationszonierung in den Seemarschen bei Gaspé, Québec (16. 6. 1976) (<i>Caricetum salinae</i>)	122
Abb. 113 Verbreitung des <i>Caricetum salinae</i> und des <i>Festuco - Caricetum glareosae</i>	123
Abb. 114 Vegetationszonierung bei Red Bay, Labrador (20. 8. 1975) (<i>Caricetum paleacea</i>)	124
Abb. 115 Verbreitung des <i>Caricetum paleaceae</i>	126
Abb. 116 Schematische Darstellung der Vegetationsverteilung in den Seemarschen bei Mont Louis, Québec (21. 8. 1976) (<i>Scirpetum americanum</i>)	129
Abb. 117 Verbreitung des <i>Scirpetum americanum</i>	130
Abb. 118 Schematische Darstellung der Strandvegetation am Pearson Pond, Newfoundland (16. 8. 1975) (<i>Scirpetum rufum</i>)	131
Abb. 119 Verbreitung des <i>Scirpetum rufum</i>	133
Abb. 120 Schematische Darstellung der Strandvegetation im Cabot Provincial Park, Prince Edward Island (26. 8. 1976) (<i>Juncetum gerardii</i>)	134
Abb. 121 Verbreitung des <i>Juncetum gerardii</i>	137
Abb. 122 Schematische Darstellung der Vegetationszonen an der ostkanadischen Dünenküste	139
Abb. 123 Schematische Darstellung der Vegetationsverteilung auf einer Nehrung der Ile du Havre aux Maisons (Iles de la Madeleine), Québec (18. 6. 1976)	140
Abb. 124 Schematische Darstellung der Dünenvegetation bei Little Shippagan, Newbrunswick (24. 8. 1976)	140
Abb. 125 Schematische Darstellung der Dünenzerstörung	142
Abb. 126 Potentielle Verbreitung der Klasse <i>Honckenyo - Elymetum arenarium</i>	144
Abb. 127 Vegetationszonierung am Geröllstrand bei Forteau, Labrador (1975) (<i>Mertensietum maritima</i>)	148
Abb. 128 Schematische Darstellung der Strandvegetation bei Rimouski, Québec (20. 8. 1976) (<i>Mertensietum maritima</i>)	148
Abb. 129 Verbreitung des <i>Mertensietum maritima</i>	150
Abb. 130 Schematische Darstellung der Strandvegetation bei St. Marthe, Québec (21. 8. 1976) (<i>Honckenya peploides</i> - Gesellschaft)	151
Abb. 131 Schematische Darstellung der Dünenvegetation bei Chance Harbour, Newbrunswick (14. 8. 1976) (<i>Honckenyo robustae - Elymetum mollis</i>)	154
Abb. 132 Verbreitung des <i>Honckenyo robustae - Elymetum mollis</i>	156
Abb. 133 Schematische Darstellung der Dünenvegetation bei Côte St. Anne, Newbrunswick (25. 8. 1976) (<i>Lathyro japonici - Ammophiletum breviligulatae</i>)	157
Abb. 134 Verbreitung des <i>Lathyro japonici - Ammophiletum breviligulatae</i>	160
Abb. 135 Schematische Darstellung der Vegetationszonierung am Strand	161
Abb. 136 Schematische Darstellung der Vegetationszonierung von ostkanadischen Meeresspülsäumen	162
Abb. 137 Schematische Darstellung der Vegetationszonierung an einem Sand- und Geröllstrand	164
Abb. 138 Vegetationsverteilung in einer Salzwiese bei Roxville, Nova Scotia (14. 8. 1976) (<i>Suaedetum maritima</i>)	166

	Seite
Abb. 139 Verbreitung des <i>Suaedetum maritima</i> e	168
Abb. 140 Skizze einer Vegetationszonierung am Strand bei Martinique Beach, Nova Scotia (12. 8. 1976) (<i>Cakiletum edentula</i> e)	169
Abb. 141 Schematische Darstellung der Dünenvegetation bei Doating Cove, Newfoundland (11. 8. 1975) (<i>Cakiletum edentula</i> e)	169
Abb. 142 Verbreitung des <i>Cakiletum edentula</i> e	171
Abb. 143 Schematische Darstellung der Strandvegetation bei St. Paul (Newfoundland) (<i>Salsola kali</i> - Gesellschaft)	173
Abb. 144 Zonierung der Strandvegetation bei Cow Head, Newfoundland (16. 8. 1975) (<i>Atriplex</i> - Gesellschaften)	174
Abb. 145 Verbreitung der <i>Atriplex</i> - Gesellschaften	176
Abb. 146 Schematische Darstellung der Vegetation auf einem Strandwall bei Beaver Harbour, Newbrunswick (15. 8. 1976) (<i>Polygonum</i> - Gesellschaften)	177
Abb. 147 Verbreitung der <i>Polygonum</i> - Gesellschaften	179
Abb. 148 Schematische Darstellung der Strandvegetation in der Pistolet Bay, Newfoundland (22. 8. 1975) (<i>Potentilletum egedii</i>)	180
Abb. 149 Vegetationsverteilung in einem Dünenal bei Gaspé, Québec (1976) (<i>Potentilletum egedii</i>)	181
Abb. 150 Verbreitung des <i>Potentilletum egedii</i>	183
	Photo - Anhang
Abb. 151 Strandparallele Vegetationszonen, zusammengesetzt aus drei Pflanzengesellschaften (<i>Spartinetum alterniflora</i> e, <i>Caricetum paleacea</i> e und <i>Juncetum gerardii</i>), in den Salzwiesen bei Pointe Keaten auf den Iles de la Madeleine (31. 8. 1976)	194
Abb. 152 Niedrigwüchsige Salzwiesen bei St. Paul, Newfoundland; die ehemaligen Eisschürfungen im <i>Plantagini - Caricetum subspathacea</i> e werden von der <i>Salicornia europaea</i> - Gesellschaft und dem <i>Triglochinetum gaspensis</i> neu besiedelt (8. 9. 1978)	194
Abb. 153 Hochwüchsige Schlickgraswiesen (<i>Spartinetum alterniflora</i> e, <i>Spartinetum patensis</i>) an der Bay of Fundy bei Upper Dorchester (25. 8. 1976)	195
Abb. 154 Nutzung (Salzheugewinnung und Beweidung) der Salzwiesen bei St. Paul, Newfoundland (1. 8. 1976)	195
Abb. 155 Das <i>Eleocharitetum parvula</i> e auf trockenem Schlickboden in der Bonne Bay bei Glenburnie, Newfoundland (1. 8. 1976)	196
Abb. 156 Vom Sturm niedergedrückte Halme - ein charakteristischer Aspekt des <i>Spartinetum patensis</i> (bei Lower Caraquet, Newbrunswick, 24. 8. 1976)	196
Abb. 157 Das <i>Limonietum nashii</i> bei Souris, Prince Edward Island (28. 8. 1976)	197
Abb. 158 Das <i>Plantagini - Caricetum subspathacea</i> e bei St. Paul, Newfoundland (16. 8. 1975)	197
Abb. 159 Das <i>Caricetum mackenziei</i> bei St. Paul, Newfoundland (8. 9. 1978)	198
Abb. 160 Geröllstrand mit Spülsaumlagerungen (<i>Mertensia</i> - Zone und <i>Elymus</i> - Bestand) bei Forteau, Labrador (21. 8. 1975)	198
Abb. 161 Vordünen mit <i>Elymus mollis</i> und Hauptdüne mit <i>Ammophila breviligulata</i> bei Portland Creek, Newfoundland (17. 8. 1975)	199
Abb. 162 Bodenprofil in einer <i>Ammophila</i> - Düne; gut zu erkennen ist das reich verzweigte, dichte Wurzelsystem von <i>Ammophila breviligulata</i> ; bei St. Paul, Newfoundland (16. 8. 1975)	199
Abb. 163 Von Wanderdünen abgetöteter Küstenwald im Gros Morne Nationalpark, Newfoundland. Der weiterwandernde Sand gibt die Baumreste wieder frei. (9. 9. 1978)	200
Abb. 164 Spülsaum (<i>Suaedetum maritima</i> e) oberhalb eines Tangwalles am Strand bei Bay Roberts, Newfoundland (9. 8. 1975)	200

- Abb. 165 Vegetationsabfolge am Strand bei Martinique, Nova Scotia: Auf dem Vorstrand hat sich hinter Spülsaumablagerungen das *Cakiletum edentulae* entwickelt, das anschließende Dünengelände wird vom *Lathyro japonici - Ammophilium breviligulatae* besiedelt. (12. 8. 1976)
- Abb. 166 Das *Potentillium egedii* oberhalb eines Tangwalles am Strand bei Raleigh, Newfoundland (22. 8. 1975)



EINLEITUNG

Eingehende vegetationskundliche Untersuchungen der Küstenvegetation der Nordhemisphäre liegen von europäischen (NORDHAGEN 1940, 1954, 1955; WESTHOFF 1947; TOXEN 1950, 1966, 1967, 1970, 1974; GILLNER 1960; BEEFTINK 1965; TYLER 1968, 1969; PASSARGE 1973; GEHU 1975) und japanischen Küsten (MIYAWAKI and OHBA 1968, OHBA 1972, OHBA, MIYAWAKI und TOXEN 1973) bereits in größerer Zahl vor.

Im Gegensatz dazu wurden bisher in Nordamerika nur lokal genauere Bearbeitungen vorgenommen. Die ostkanadischen Küstendünen sind von GALIANO (1959) sporadisch untersucht und systematisch recht gut beschrieben worden (vergl. auch THANNHEISER 1978). Weitere soziologische Studien liegen von GRANDTNER (1966, 1968, 1976, 1977) und LAMOUREUX and GRANDTNER (1977) von den Iles de la Madeleine und Gaspé (Québec) vor. Auch über die Vegetation der ostkanadischen Seemarschen existieren mit den Arbeiten von CHAPMAN (1937), DANSEREAU (1959), LÖVE and LIETH (1961), LIETH (1964), BLOUIN and GRANDTNER (1971) und GRANDTNER (1975, 1976, 1977) nur wenige, zumeist nur punktuelle Untersuchungen. Der Vegetation der Meeresspülsäume wurde bisher allein von GRANDTNER (1974) Beachtung geschenkt.

Eine vergleichende, zusammenfassende Untersuchung

der Küstenvegetation Ostkanadas fehlt bisher; diese zu erstellen soll die Aufgabe der vorliegenden Arbeit sein:

- für das Untersuchungsgebiet waren eine Vegetationsgliederung nach pflanzensoziologischen Methoden vorzunehmen und
- die Vegetationskomplexe der Küste mit Ausnahme der Tertiärdünen und der Dünentäler in ihrer Gesamtheit zu erfassen.

Abgesehen von der Nordküste des Gulf of St. Lawrence und der steilen Fjordküste Labradors wurde der größte Teil der ostkanadischen Küste vom Verfasser selbst bereist. Besonders intensiv wurde Newfoundland untersucht, da für die Insel fast keine Literatur vorliegt.

In der vorliegenden Untersuchung stehen pflanzensoziologische Bestandsaufnahmen der Vegetation sowie ökologische Beobachtungen im Vordergrund; neben eigenen Beobachtungen und Untersuchungen, die an zahlreichen Standorten längs der Küste durchgeführt wurden, konnten diesbezügliche Angaben aus dem weit verstreuten Schrifttum ausgewertet werden. Es wird ferner der Versuch unternommen, die Pflanzengesellschaften in der Regelmäßigkeit ihrer Anordnung und Ausstattung sowie ihren Abwandlungen darzustellen.

A. DIE PHYSIOGEOGRAPHISCHEN GRUNDLAGEN

1. Das Untersuchungsgebiet

Die Auswahl der speziellen Untersuchungsgebiete orientiert sich an den physiogeographischen Grundzügen Ostkanadas. Der untersuchte Raum umfaßt die Provinzen mit maritim geprägtem Klima (Newbrunswick, Nova Scotia und Prince Edward Island), sowie die Insel Newfoundland und einen kleinen Teil von Süd-Labrador. Von der Provinz Québec konnten die Südküste des St. Lawrence River einschließlich der Gaspé Peninsula sowie die Iles de la Madeleine erforscht werden. Ober die Reisewege und die Untersuchungsgebiete des Verfassers unterrichtet die Abb. 1.

2. Die geologisch-morphologischen Verhältnisse

Der Untersuchungsraum wird von dem nördlichen Appalachen-Orogen eingenommen; der geologische Untergrund besteht zum Großteil aus paläozoischen und präkambrischen Gesteinen, die durchweg stark gefaltet und metamorph sind. Nur an wenigen Stellen wird der Klüstensaum aus mesozoischem Sandstein aufgebaut. Seit dem Paläozoikum wurde der Untergrund nach verschiedenen Hebungsphasen durch Denudation in einzelne Rumpfflächen zergliedert.

Die heutigen buchtenreichen Küstenformen zeigen eine gewisse Abhängigkeit von den tektonischen und petrographischen Schwächezonen. Die morphologisch härtesten Schichten, insbesondere die harten Eruptivgesteine (granitische Intrusionen) und Konglomerate, haben der Einebnung widerstanden. Die weniger widerstandsfähigen Gesteine wie Kalksteine, Tonschiefer und Sandsteine wurden weitgehend ausgeräumt.

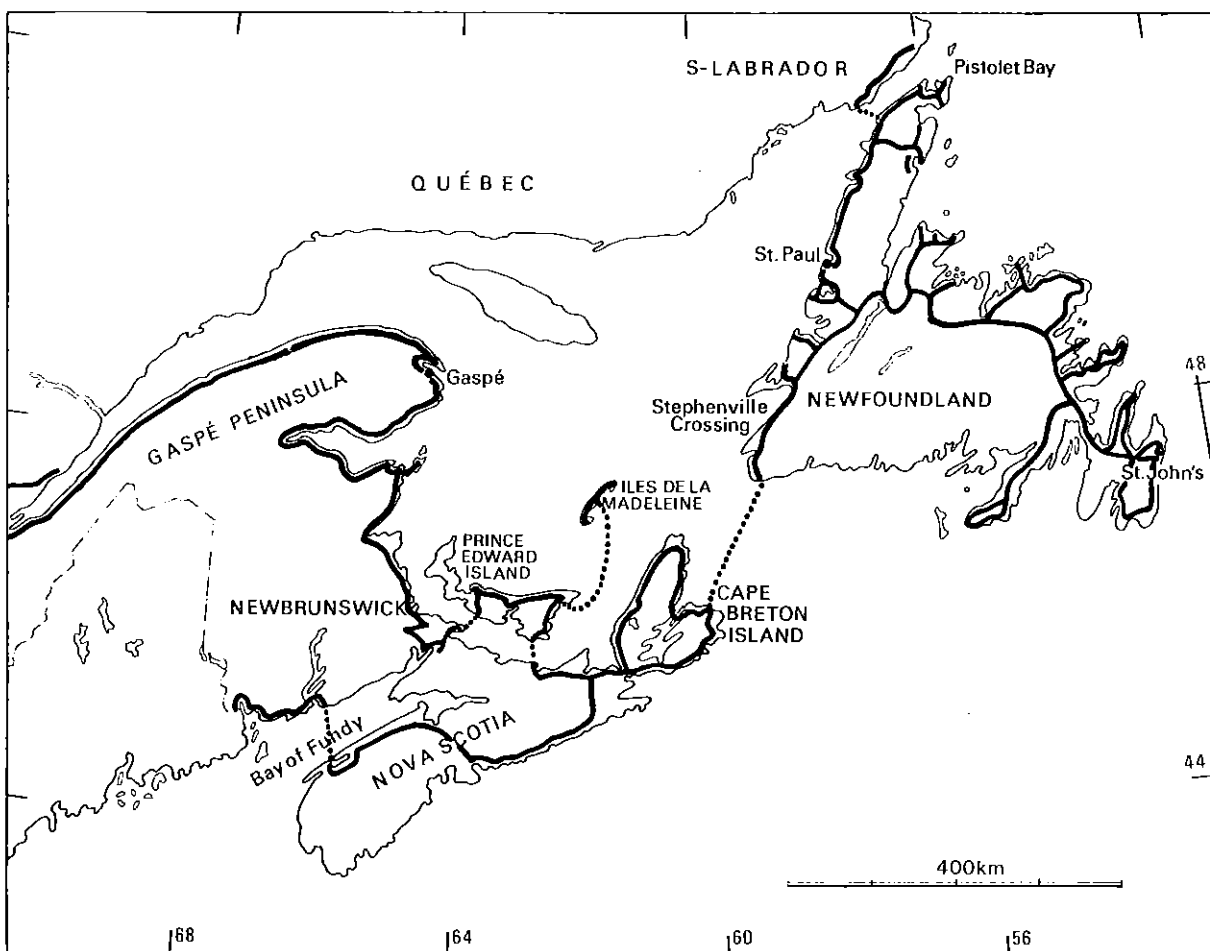


Abb. 1: Reisewege des Verfassers im Untersuchungsraum Ostkanadas in den Jahren 1975, 1976 und 1978.

Starke Überformungen erfuhren die Küstenbereiche während der Eiszeiten. Das präglaziale Flußsystem wurde durch die glaziale Erosion verbreitert; so wurde z.B. Prince Edward Island vom Festland getrennt und die Bay of Fundy übertieft. Die Wisconsin-Eiszeit hinterließ insgesamt nur geringmächtige Moränenablagerungen.

Die vorherrschende Küstenform im Untersuchungsgebiet ist der Fjärd-Schären-Typ (Newfoundland, Nova Scotia, Newbrunswick und Gaspé Peninsula; s. Abb. 2). Auf Newfoundland sind unter Einfluß einzelner Talgletscher echte Fjorde entstanden, die die Westküste prägen. Auf Cape Breton Island, auf Nord-Newfoundland, auf Newbrunswick sowie der Gaspé Peninsula sind durch marine Abrasion breitflächige Terrassen entstanden und in den letzten 5000 Jahren herausgehoben worden. Die Höhe dieser marinen Terrassen variiert: sie reicht von 48 m ü. NN bei Richibucto bis 69 m ü. NN bei Newcastle (Newbrunswick). Fluvioglaziale Ablagerungen im Bereich der Flußdeltas spielen bei der Strandverschiebung eine wichtige Rolle.

Durch die isostatische Landhebung haben sich die Küstenlinien in den letzten 13000 Jahren laufend verändert; im Nordteil des Untersuchungsgebietes weisen Strandwallgirlanden darauf hin. Bei L'Anse aux Meadows (Newfoundland) beträgt die Hebung während der letzten 1000 Jahre 2,85 m, wie die Ausgrabungen der dort gefundenen Wikingersiedlung ergaben (GRANT 1975). Ostkanada verhielt sich in den letzten Jahrtausenden somit etwa wie Mittel- und Nordeuropa. Während sich die nördlichen Gebiete hoben, senkte sich der südliche Teilraum. In jüngerer Zeit erreichen diese Strandveränderungen nur noch geringere Werte, denn neben der isostatischen Landhebung wird der Meeresspiegel als eustatischer Anteil der Wasserstandsschwankungen durch das noch stattfindende Abschmelzen des Inlandeises weiter beeinflusst. In der Gegenwart macht der Wasserspiegelanstieg noch ca. 10 cm pro Jahrhundert aus. Eines der markantesten Beispiele für diesen Wasserspiegelanstieg zeigt sich in dem Umstand, daß früher aus *Spartina alterniflora* entstandene Torfschichten heute unter dem mittleren Niedrigwasser-Pegel anzutreffen sind

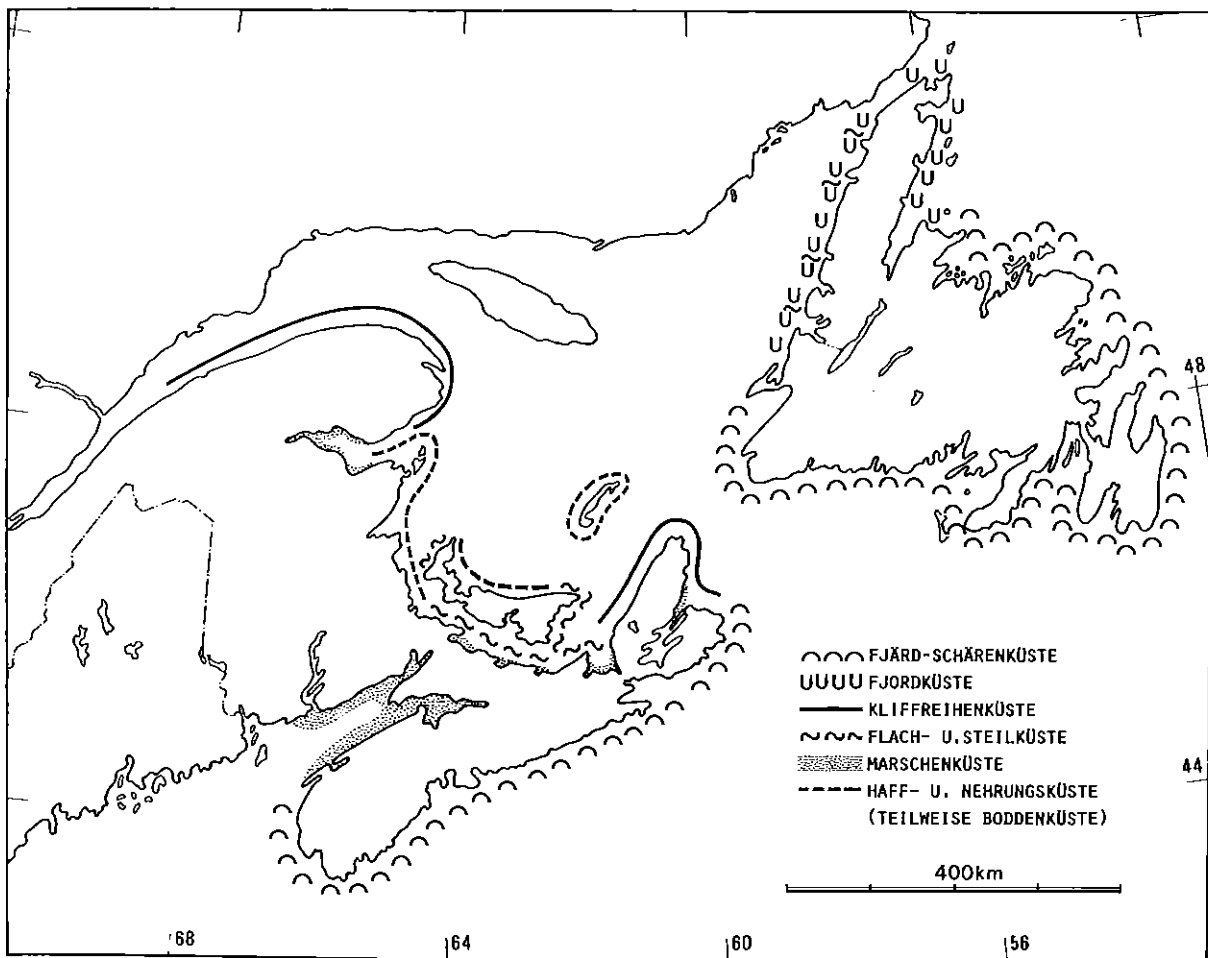


Abb. 2: Küstenformen im ostkanadischen Untersuchungsraum

(KNIGHT 1934, CHAPMAN 1940). Die Landsenkung im Bereich der Bay of Fundy (Nova Scotia) scheint hingegen zum Stillstand gekommen zu sein. Die Geologen betrachten sie neuerdings jedenfalls als abgeschlossen (OWENS et al. 1977).

Die außerordentlich reich gegliederte Küstenlinie mit ihren Buchten, Lagunen und Flußmündungen ist in erster Linie die Folge geomorphologischer Vorgänge. Kliffreihenküsten mit steinigen Brandungsterrassen aus anstehendem Fels sind auf der Gaspé Peninsula und Cape Breton Island verbreitet. Auf Newfoundland, Nova Scotia und auf Prince Edward Island haben sich die Kliffküsten aus Moränenmaterial entwickelt, die seewärts eine schmale, geneigte Brandungsterrasse aus ausgewaschenem Geschiebmaterial und Geröll aufgebaut haben. In der Regel kann ein schmaler Streifen Sand mit einem uferparallelen Strandwall unterhalb des Kliffs beobachtet werden. Haff- und Nehrungsküsten kommen

in größerem Ausmaß nur auf Prince Edward Island, auf den Isles de la Madeleine und auf Newbrunswick vor. Auf Prince Edward Island entwickelte sich durch schmale Sandnehrungen deutlich eine buchtenlose Ausgleichsküste. Küstendünen findet man in S-Labrador, auf Newfoundland und auf der Gaspé Peninsula. Auf Prince Edward Island und den Isles de la Madeleine sowie auf Newbrunswick sind Sanddünen an Nehrungen gebunden; ihre Entstehung hängt von der petrographischen Zusammensetzung des Untergrundes sowie von Wind- und Meeresströmungen ab. In den Buchten einschließlich der Flußmündungen wird durch die geringe Wasserbewegung bei Flut das Absetzen von Schlick gefördert, so daß es zur Entstehung von Seemarschen kommt. Großflächige Bildungen solcher Seemarschen finden sich in der Bay of Fundy; in geringerer Ausdehnung existieren sie sonst nur noch an besonders geschützten Stellen der kanadischen Ostküste.

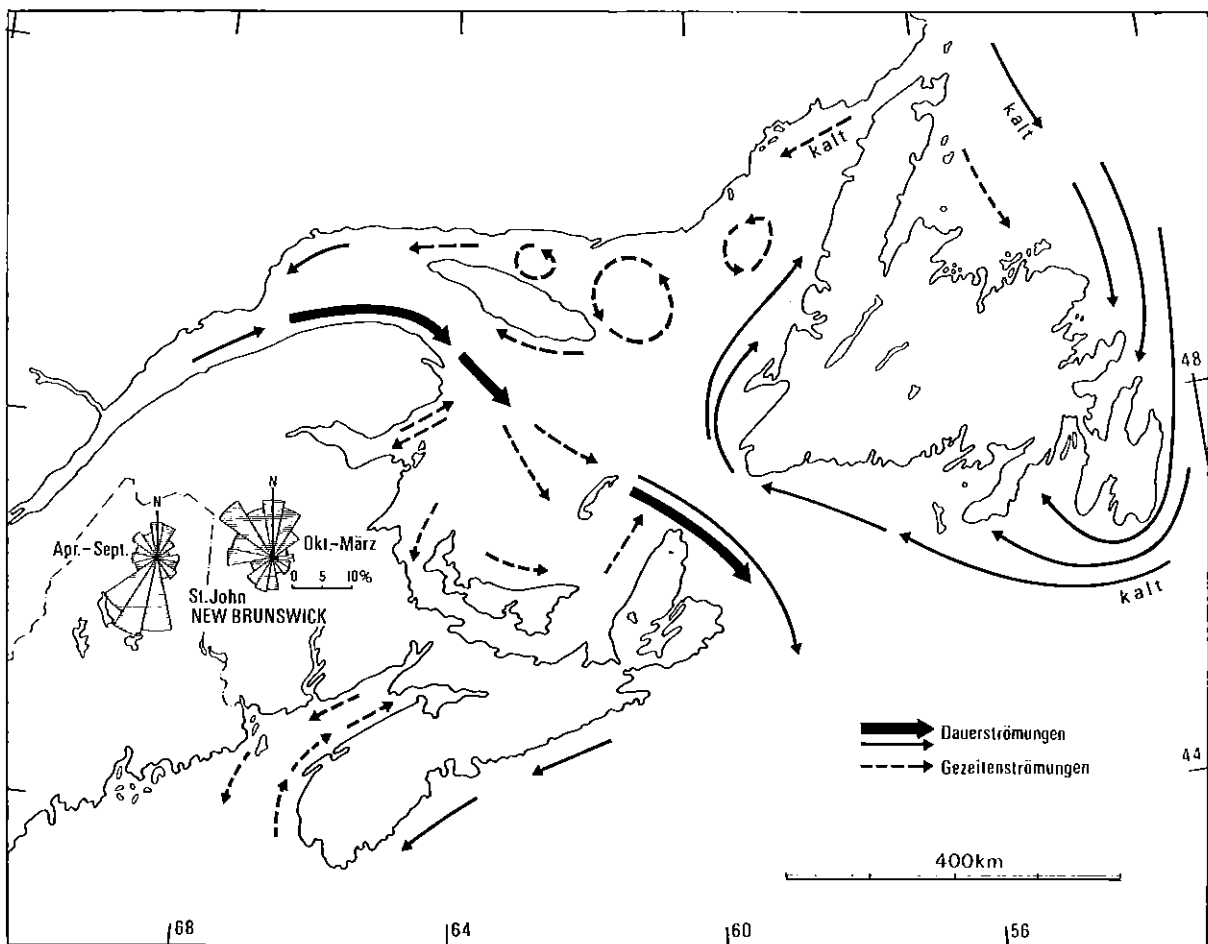


Abb. 3: Meeresströmungen in Ostkanada (verändert nach MATHESON 1967 und INGRAM 1967) sowie Häufigkeit und Verteilung der vorherrschenden Windrichtungen in Halbjahresabschnitten in St. John (Newbrunswick)

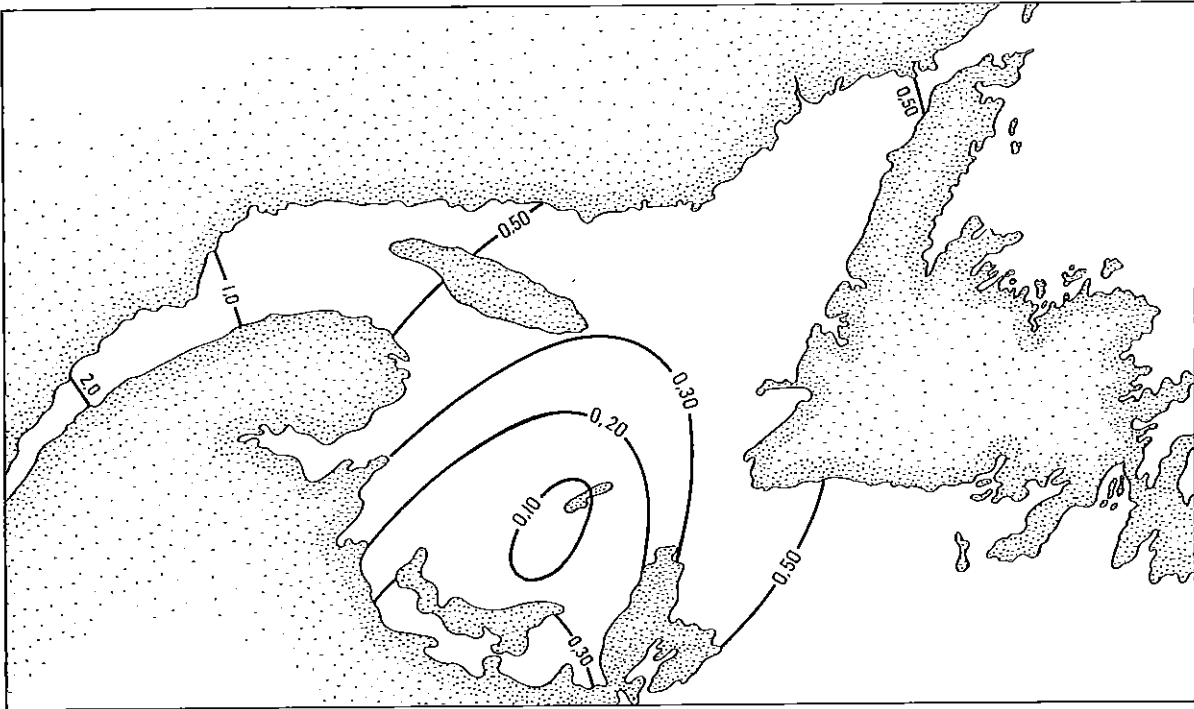


Abb. 4: Tidenhub (in Metern) im Gulf of St. Lawrence (nach WRIGHT 1974)

3. Die Meeresströmungen und die Gezeiten

Der ostkanadische Küstenraum ist durch charakteristische Meeresströmungen gekennzeichnet, wobei die Dauerströmung aus dem St. Lawrence und der Labradorstrom eine besondere Rolle spielen; daneben wirken sich auch die Gezeitenströmungen auf den Küstenbereich aus (vergl. Abb. 3, p. 20). Vor allem die Meeresströmungen sind für die Umgestaltung der Küstenlandschaften (z.B. Nehrungen) durch Materialversatz von gewaltigem Ausmaß verantwortlich. Im Gulf of St. Lawrence ist der Bereich um die Iles de la Madeleine nahezu gezeitenfrei (nicht gezeitenstromfrei), weil hier die Linien gleicher Hochwasserzeiten zusammenlaufen (s. Abb. 4). Da die Gezeitenunterschiede im Gulf of St. Lawrence vergleichsweise niedrig sind, sind dort die Gezeitenströmungen auch nur schwach entwickelt (OWENS 1974). Die größten Gezeitenunterschiede werden in der Bay of Fundy (Nova Scotia und Newbrunswick) beobachtet: beim Gezeitenwechsel in der 270 km langen Bucht wird infolge der trichterförmigen Verengung im Innern der Bucht mit einer Höhe von 15 m, bei Springtide sogar 16 m und bei Sturmflu-

ten bis zu 20 m (s. Abb. 5, p. 22) der größte Tidenhub der Erde gemessen (SCHOTT 1955).

4. Die klimatischen Gegebenheiten

Das Klima Ostkanadas, insbesondere das der küstennahen Bereiche, ist geprägt durch die Auswirkungen des Labradorstromes. Die kühle Meeresströmung steuert die Temperaturverhältnisse der Küste in mehrfacher Hinsicht:

- Sie bedingt in dem nördlichen, gemäßigten Bereich eine tiefere Temperatur, als sie der geographischen Breite entspräche.
- Damit im Zusammenhang steht eine stark ausgleichende Wirkung auf die Temperaturverhältnisse entlang der Küste. Dieser Umstand bewirkt eine beträchtliche thermische Homogenität. Zwischen St. John's (Newfoundland) und Halifax (Nova Scotia) beträgt die Differenz der Temperaturjahresmittel nur 2°C.

Das Untersuchungsgebiet zeichnet sich allgemein durch ein kühlgemäßigtes, relativ regenreiches Kli-

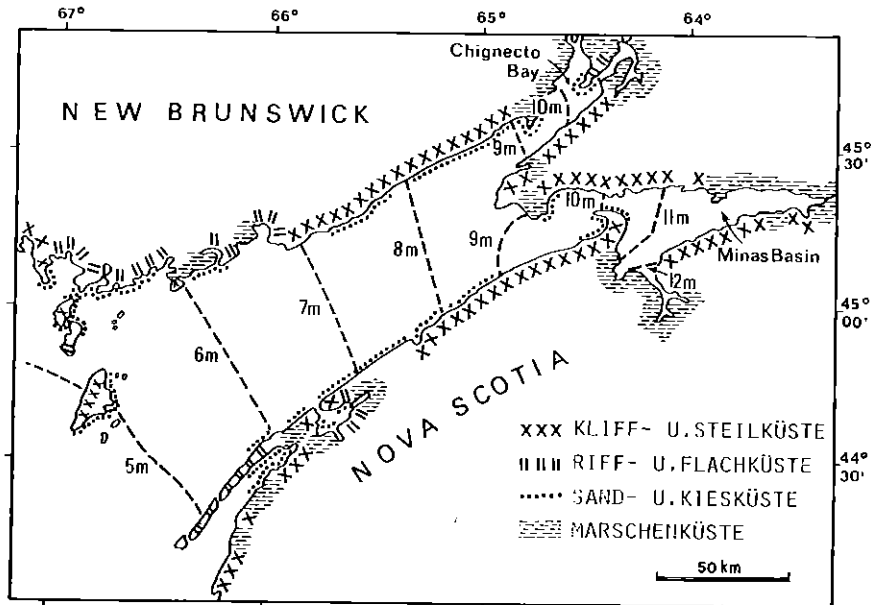


Abb. 5: Küstenformen und Durchschnittstidenhub in der Bay of Fundy (verändert nach WELSTED 1974)

ma aus. Die Außenküsten haben im Durchschnitt Niederschläge im Jahresmittel, die über 1000 mm liegen, zum Landesinnern und nach Norden zu nehmen diese rasch ab. Ebenso läßt sich eine Verschiebung der Niederschlagsverteilung während des Jahres erkennen. Während sich im küstennäheren Bereich kaum Unterschiede in der Jahresverteilung zeigen (z.B. in Halifax), fallen die Niederschläge an den Binnenküsten (Percé) und weiter nach Norden zu (St. Anthony) verstärkt im Herbst und Winter (vergl. Abb. 6, p. 23).

An den Jahresdurchschnittstemperaturen läßt sich gleichermaßen ein gewisses Ozeanitäts - Kontinentalitätsgefälle ablesen. Sowohl die täglichen als auch die jährlichen Temperaturschwankungen (mittlere Jahrestemperatur 5 - 7°C) sind an den atlantischen Außenküsten viel geringer als im Innern des Gulf of St. Lawrence und auf Newfoundland (mittlere Jahrestemperatur 1 - 5°C). Die mittlere Temperatur liegt am Gulf of St. Lawrence im Juli bei 18 - 20°C, im Januar bei -5 bis -10°C.

Die Temperaturen sinken im Winter unter dem Einfluß der kalten Luftströmung aus dem Nordosten stark ab, jedoch können an der Atlantikküste auch im Winter Warmlufteinbrüche mit Regenfällen vorkommen.

Die atlantische Außenküste wird zudem an extrem

vielen Tagen im Jahr von Nebel heimgesucht.

Von N-Newfoundland abgesehen beträgt die frostfreie Zeit im gesamten Untersuchungsgebiet mehr als 100 Tage im Jahr (s. Abb. 7, p. 24). Im Frühjahr schmelzen Eis und Schnee im Küstenbereich relativ langsam, und noch zu Beginn des Sommers, d.h. im Juni oder sogar im Juli, ist die Durchschnittstemperatur am Strand in der Regel niedriger als landeinwärts. Die Vegetationsentwicklung wird zusätzlich noch durch die kalten Seewinde beeinträchtigt.

Die Länge der Wachstumsperiode (über 5,6°C) schwankt zwischen 140 Tagen in N-Newfoundland und mehr als 200 Tagen in Nova Scotia (vergl. Abb. 7).

5. Die Sturmfluten

Im Sommer wehen die vorherrschenden Winde aus SW und S (vergl. Abb. 3, p. 20), doch da die Windgeschwindigkeiten relativ gering sind, bewirken sie keine großen Wasseraufstauungen. Sturmfluten treten erst im Spätsommer und Herbst auf, wenn subtropische Zyklone entlang der atlantischen Küste nach Norden ziehen. Beträchtliche Wasserstandsschwankungen an der Küste während der Vegetationszeit werden allerdings oft durch den Wechsel von Hoch- und Tiefdruckgebieten hervorgerufen. Im Winter wehen die Winde

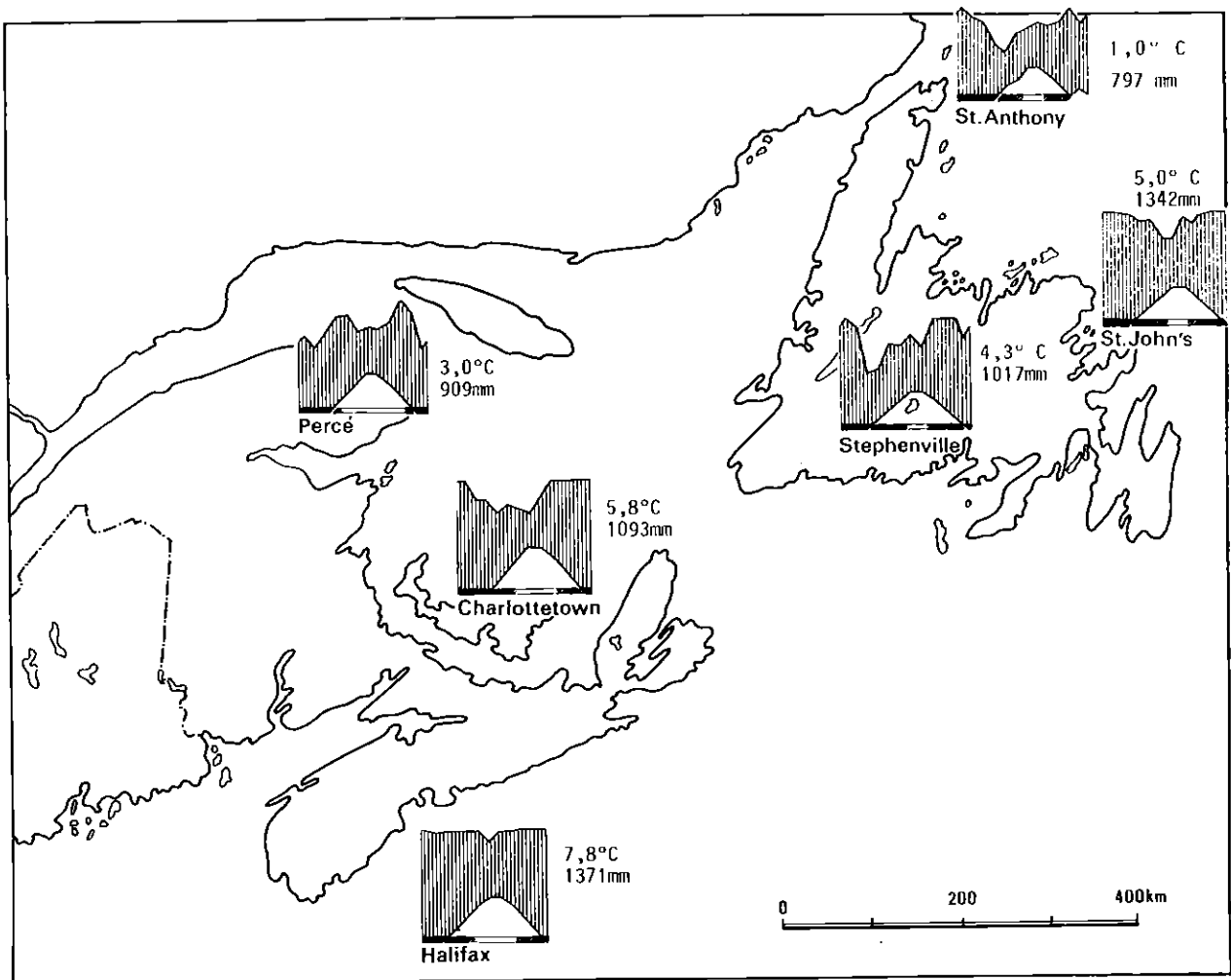


Abb. 6: Klimadiagramme von ausgewählten ostkanadischen Stationen (nach WALTER und LIETH 1960)

aus N und NW und erzeugen vor der Eisbildung im Dezember Hochwasserstände an den westexponierten Küsten. Wellenberge mit einer Höhe von über 5 m treten besonders im Dezember auf (OWENS 1974), aber auch Wellenhöhen von 11 bis 14 m können jedes Jahr an der atlantischen Außenküste beobachtet werden (NEU berichtet 1972 von 20 m hohen Wellenbergen). Es ist jedoch festzuhalten, daß Sturmfluten an der ostkanadischen Küste viel seltener als in NW-Europa auftreten (SCHOTT 1955).

6. Die Eisverhältnisse

Küstenfesteis mit einer durchschnittlichen Dicke von 30 - 50 cm bildet sich bereits Anfang Dezember in den ruhigen Buchten Labradors, N-Newfound-

lands, NewBrunswicks und von Prince Edward Island (ICE 1974). Weiter draußen in den Buchten bildet sich Packeis, das sich bis zu 3 m Höhe auftürmen kann. Durch Winde können dann an den Küsten Packeiswälle von 5 - 9 m Höhe entstehen (Eispressung, vergleiche Abb. 8, p. 24). Vor allem auf den Seemarschen beeinträchtigen die Packeisbewegungen die Pflanzendecke sehr stark, da die Bodenoberfläche regelmäßig morphologisch umgestaltet wird. Der Gulf of St. Lawrence ist im Winter fast immer mit Eis bedeckt. Das Maximum der Eisausbreitung wird Anfang März erreicht, wobei der größte Teil des Eises aus dem St. Lawrence selbst und aus dem Labradorstrom stammt; die Eismassen bestehen hauptsächlich aus Packeis. Das Aufbrechen des Eises erfolgt Anfang April, Reste des Festeises sowie der Packeiswälle überdauern jedoch, wie z.B. in N-New-

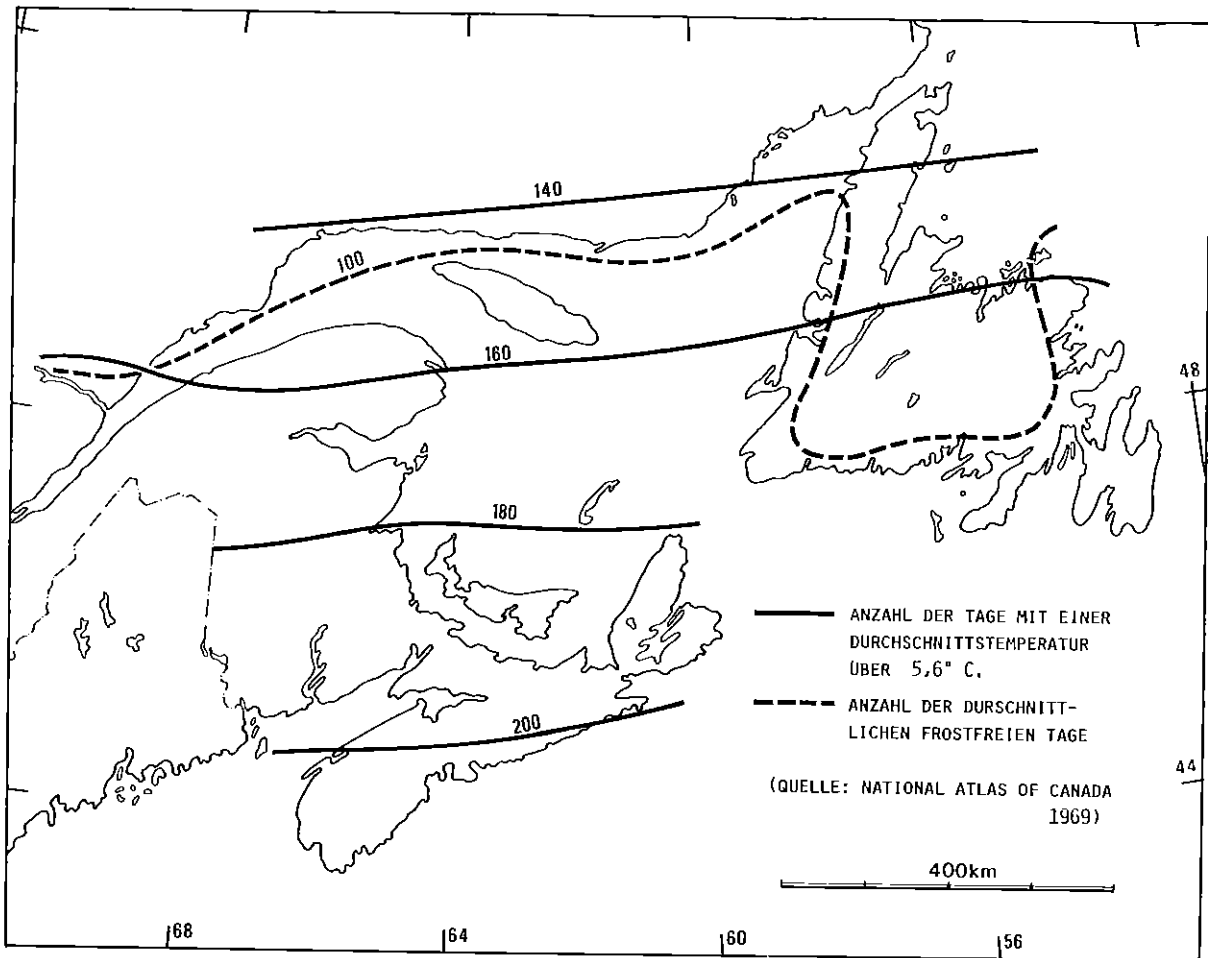


Abb. 7: Isolinien der Durchschnittstemperatur über 5,6°C an ausgewählten Tagen

foundland, bis Ende Mai oder Anfang Juni (vergl. Abb. 9, p. 25).

Das Ausmaß der Eisausbreitung im Gulf of St. Lawrence wechselt jedoch von Jahr zu Jahr. In den Jahren 1951 und 1969 etwa bildete sich sehr wenig Eis (ICE 1972), während die Eisverbreitung 1948 sehr ausgedehnt war.

Die Zeitdauer der Vereisung variiert erwartungsgemäß ebenfalls allgemein: während bei Charlotte-

town (Prince Edward Island) an 100 - 200 Tagen im Jahr Eis auftreten kann, ist es im N-Newfoundland durchaus möglich, daß im Sommer jede Woche arktische Eisberge, die durch den Labradorstrom herangeführt werden, stranden können.

Die Küsten von S-Newfoundland und von SE-Nova Scotia werden im allgemeinen von Fest- und Packeis verschont, nur leichtes Treibeis kann sporadisch auftreten.



Abb. 8 : Schematisierter Querschnitt durch eine Seemarsch mit Eispressungen
Ein von Eisschollen transportierter Felsbrocken hat auf der Luvseite einen Kleiwall und im Lee eine Miniaturzunge hinterlassen.

Die ostkanadischen Küsten werden jedes Jahr über 5 Monate von Eis in verschiedener Form tangiert, und das wirkt sich stark auf die litoralen Prozesse aus. So wird einmal verhindert, daß das auflaufende Wasser litorale Sedimente transportiert und sortiert, zum andern ist die Auswirkung auch

auf die Vegetation enorm.

Bei anhaltendem Winddruck und auflandigen Luftströmungen werden an exponierten Stellen die in Bewegung befindlichen Eisschollen mit großer Gewalt gegen das Hindernis Land aufgeschoben. An den Verlandungsküsten hobeln beim Eisschub die Eisschollen

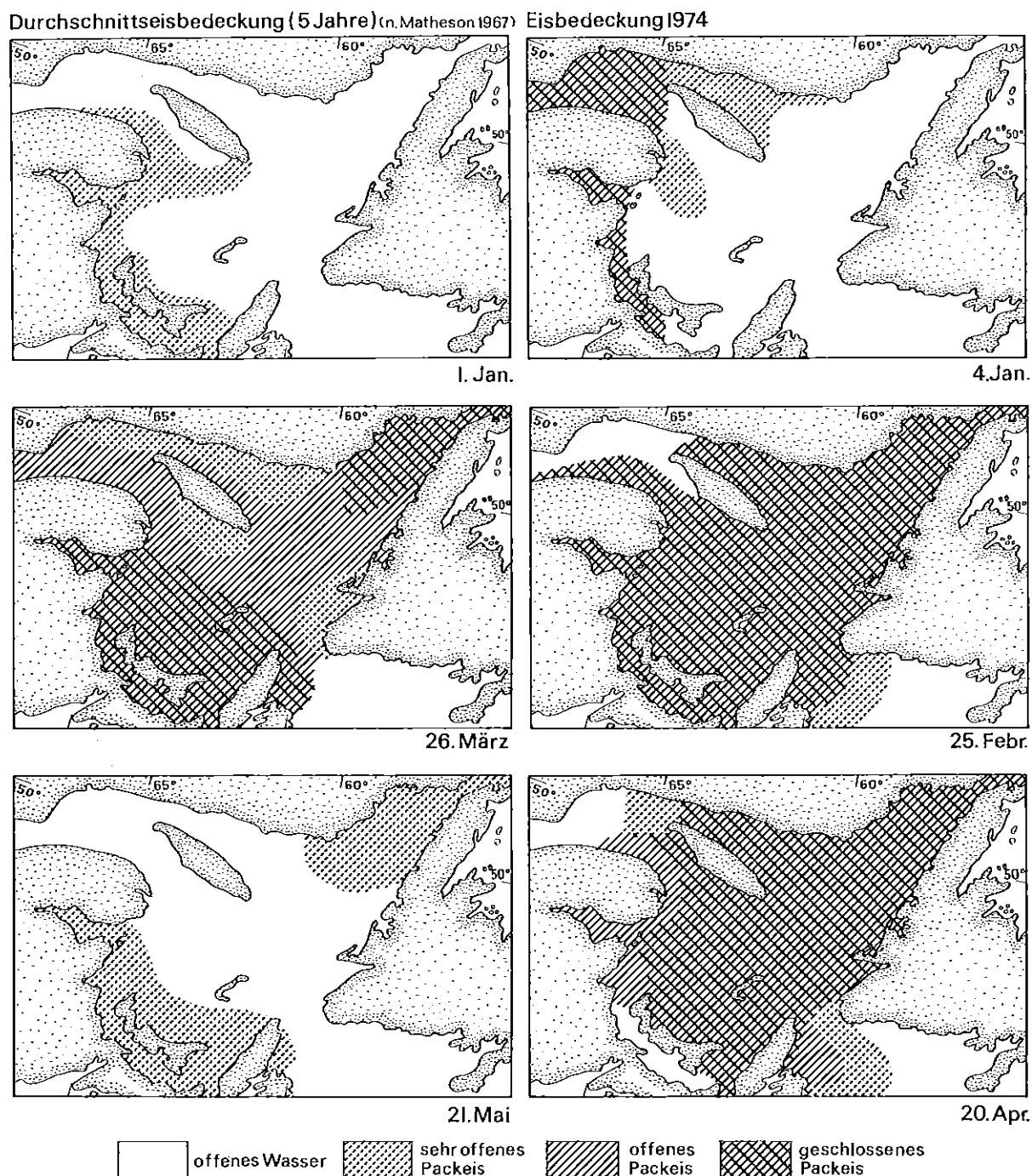


Abb. 9: Eisbedeckung im Gulf of St. Lawrence; dargestellt an der mittleren Verreisung bei einem Beobachtungszeitraum von 5 Jahren und am Beispiel eines einzelnen Winters (1974)

ganze Rasenstücke mit dem weichen, schlickigen Untergrund ab und hinterlassen lange Zeit sichtbare Eisschubfurchen. Der Eisschub vermag selbst größere Geschiebe zu bewegen. So wurde beobachtet, daß ein von Eisschollen transportierter Felsbrocken auf der Luvseite einen Kleiwall und im Lee eine Rinne (Miniaturzungenbecken) hinterlassen hatte (Abb. 8, p. 24).

Zu den Auswirkungen des Eisschubes gehört auch, daß durch die mit hohen Energien in Richtung

Strand bewegten Schollen große Mengen von Sand und Kies transportiert werden können, die nach Abtauen des Eises als langgestreckte Schubwälle zurückbleiben. Auch das gestrandete Treibeis schiebt an oder oberhalb der Hochwasserlinie kleine Schuttwälle auf; außerdem werden die im Eis eingeschlossenen Materialien abgelagert.

Diese im Frühjahr spektakulär erscheinenden Eisspuren werden jedoch oft durch Sturmfluten wieder eingeebnet.

B. METHODISCHE GRUNDLAGEN

1. Zum Begriff 'Küste'

Unter 'Küste' wird ganz allgemein die Berührungszone von Land und Meer verstanden, unabhängig von Gestalt und Struktur dieses Bereiches. Je nach äußerer Gestalt dieser Zone unterscheidet man grob zwischen Steilküsten und Flachküsten, wobei eine Reihe von Faktoren wie z.B. Gestein, Meeresströmungen, Gezeitenunterschiede und glazialmorphologische Einflüsse - Oberformung, Landhebung oder -senkung - ausschlaggebend für die Bildung sind. Für eine Vegetationsbesiedlung sind in erster Linie die Flachküsten von Bedeutung; Steil- und Kliffküsten mit Geröllstränden sind meist mehr oder weniger vegetationsarm.

Als Kernstück der Küste wird der Strand angesehen, der bei Flachküsten regelmäßig ausgebildet ist, an ausgeprägten Steilküsten aber durchaus als supramarine Form fehlen kann. In der Regel ist der Strand eine fast ebene, seewärts geneigte Zone, in der die Brandungswellen auslaufen. Landwärts wird er durch die mittlere Hochwasserlinie (MHW) und seewärts durch die mittlere Niedrigwasserlinie (MNW) begrenzt. Je nach Korngröße des Materials an der Strandoberfläche unterscheidet man Schlick-, Sand-, Kies- und Geröllstrand. Der Strand ist eine sehr veränderliche Erscheinung. Schon eine einzige Sturmflut kann ihn völlig umgestalten oder beseitigen, läßt z.B. an die Stelle eines sandigen Strandes eine steinige Brandungsterrasse treten. Bei Hochwasser wird oft leichtes organisches Material (Seegras, Tang und Faunenreste) am äußersten Rand der Schwallzone als Meeresspülsaum abgesetzt. Mit diesen Ablagerungen wird der oberste Bereich des Strandes, der noch bei extremen Sturmfluten vom Wasser erreicht wird (EHW), markiert. Der untere Teil des Strandes wird periodisch durch den täglichen Tidenhub beeinflusst; er gilt als obere Zone des Watts.

Diese sich seeseitig an den Strand anschließenden Matten sind fast ebene, allenfalls schwach geneigte Flächen, die zuweilen eine ungeheure Ausdehnung erreichen können und sich - sofern sie ökologisch intakt sind - durch einen großen Tierreichtum auszeichnen. Matten gibt es nur in Gezeitenmeeren, in denen periodische Wasserstandsschwankungen gewährleistet sind. Auch episodische extreme Niedrigwasser (einige Tage nach Voll- oder Neumond, bei langanhaltenden ablandigen Winden) scheinen für das Tierleben in den Matten von größerer Bedeutung zu

sein. Je nach Korngröße wird in Sand-, Schlicksand-Schlickwatt unterschieden. In weiten Flußmündungen, in ruhigen Meeresbuchten oder im Schutz von Inseln lagert sich vor allem das anorganische und organische Material, eben der sogenannte Schlick, ab. Bei geringer Neigung können Schlickwatten als viele Kilometer breite Streifen die Küsten säumen.

Wird das Watt, nachdem es sich infolge veränderter Wasserströmungsverhältnisse mit Schlick- oder Sandanlandungen erhöht hat, nicht mehr bei jeder Tide regelmäßig überflutet, können die ersten halophytischen Pionierpflanzen die Flächen besiedeln. Bei weiter anhaltenden günstigen Bedingungen verdichtet sich die Vegetationsdecke zu einer Salzwiese bzw. Seemarsch. Diese wird bei ungestörter Weiterentwicklung in der Regel nur noch bei extremem Hochwasser und bei Sturmfluten überflutet.

Zur Charakterisierung von ökologischen und floristischen Merkmalen ist es notwendig, zwischen verschiedenen topographischen Strandniveaus zu unterscheiden. Dazu werden die physiogeographischen Begriffe 'Wasserstrand' und 'Landstrand' herangezogen. Ein Schema über die Stranduntergliederung in Abhängigkeit von den Gezeiten wurde nach Untersuchungsergebnissen von GILLNER (1960), ELLENBERG (1973) und WILMANN (1978) aufgestellt (s. Abb. 10, p. 28).

Die Küstenlandschaft beherbergt eine eigene Flora, die durch verschiedene ökologische Faktoren geprägt ist, z.B. den temperatenausgleichenden marinen Einfluß, die ungehemmte Windeinwirkung von See, die höhere Strahlungsbilanz und den halinen Einfluß des Salzwassers. Die Entwicklungsvorgänge der Vegetation können an den Küsten durch sich ändernde Standortbedingungen innerhalb weniger Jahre oder Jahrzehnte sehr auffällig verlaufen, sind an jungen Küsten jedoch in der Regel instabil.

Unterliegt eine Küste einer langen, relativ ungestörten Phase, bildet sich eine charakteristische Zonierung der Phytozönosen heraus, die, je weiter sie vom Ufer entfernt sind, stärker verwischen und zunehmend Übergänge und Verflechtungen mit süßwasserbeeinflussten Gesellschaften zeigen. Dies trifft gleichermaßen für Salzwiesen wie für Dünen zu. Entsprechend den Veränderungen in der floristischen Zusammensetzung sind die vorausgegangenen ökologischen Veränderungen abzulesen wie z.B. nachlassende Überflutung und Sandüberwehung, Wasserverlust, Salzauswaschung, Entkalkung, Humusbildung, usw..

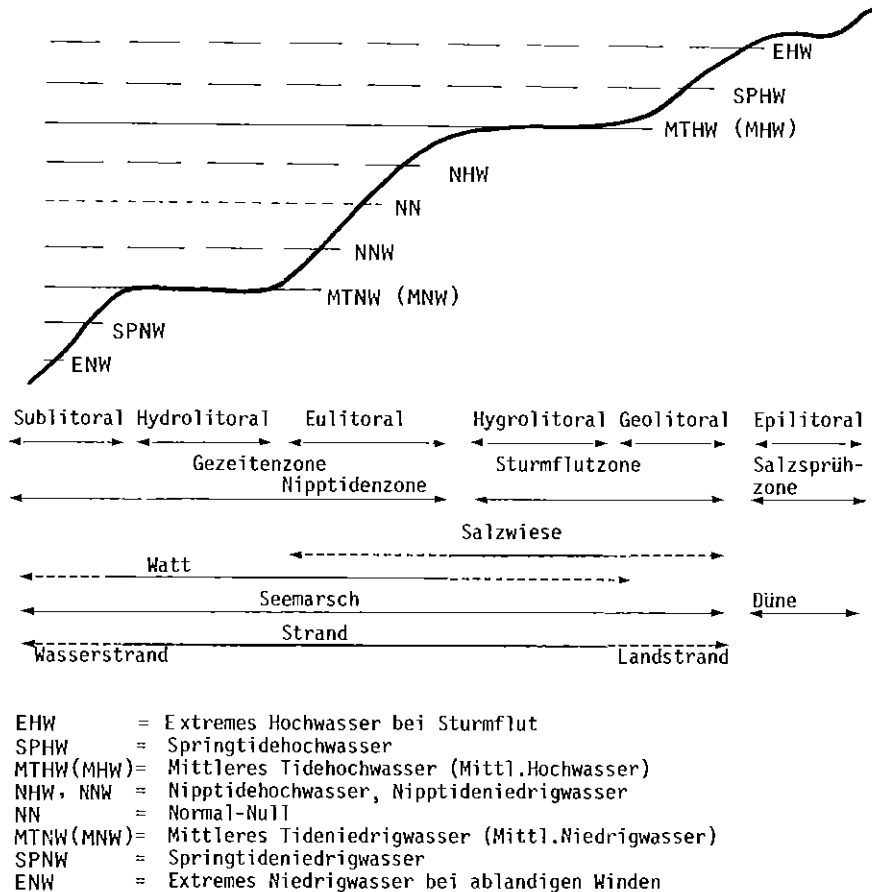


Abb. 10 : Schematische Darstellung der Küste in Abhängigkeit der Gezeiten

2. Vegetationsgeographische Vorbemerkungen

Bei der Untersuchung und Beschreibung der Landschaft beschäftigt sich die Vegetationsgeographie als erdkundlicher Forschungszweig mit der Pflanzendecke, ist doch für den Geographen diese vielfach das bezeichnende Element der Landschaft (TROLL 1966). Die Vegetationsgeographie wird der Geobotanik als eigentlich botanische Forschungsrichtung (einschließlich der floristischen, historisch-genetischen, ökologischen und soziologischen Geobotanik) gegenübergestellt. Bei Vegetationsuntersuchungen unterscheiden sich beide Forschungsrichtungen in der Zielsetzung: "Die landschaftsanalytische Vegetationsgeographie bildet mit dem methodischen Aufbau der allgemeinen Vegetationsgeographie das Kernstück und überschneidet sich stofflich teilweise mit der Pflanzensoziologie, deren Forschungsergebnis oft un-

mittelbar in vegetationsgeographische Erkenntnisse ausmündet. Im Mittelpunkt stehen die räumlichen Einheiten der landschaftlich bedeutsamen Lebensgemeinschaften und deren geographisch sinnvollen Typologie, sowie die Probleme ihrer räumlichen Ordnung und ihre Beziehungen zu den anderen Landschaftsbestandteilen." (SCHMITHOSEN 1957). Bei der floristischen Untersuchung der Vegetation fallen regelmäßig wiederkehrende Einheiten auf, die nach ihrer Ähnlichkeit in der Artenzusammensetzung zusammengefaßt und als eine Basis für die Vegetationsgeographie aufgefaßt werden können, da sie "das physiognomische und ökologische Gefüge der natürlichen Landschaft dokumentieren" (SCHMITHOSEN 1942). Die Aufgabe, die Vegetation übersichtlich zu ordnen, ist nicht mit physiognomisch-ökologischen Beobachtungen allein zu lösen; vielmehr empfiehlt es sich, das in der Geobotanik verankerte floristisch-soziologische System von BRAUN-BLANQUET für die Vegeta-

tionsgeographie nutzbar zu machen. Die Pflanzensoziologie soll hier nicht in der Darstellung der floristischen Vergesellschaftungen der Arten ihre alleinige Aufgabe finden, sondern als Mittel für die ökologische Standortanalyse gebraucht werden (TROLL 1959).

In jüngerer Zeit bedienen sich auch in Kanada die Geobotaniker der Arbeitsmethodik von BRAUN-BLANQUET, weil sich allgemein eine hierarchisierende Anordnung der Syntaxa verschiedener Kategorien bewährt hat, um für größere Gebiete zu generalisierenden Aussagen über Vegetationseinheiten zu gelangen.

Die Küstenvegetation Ostkanadas läßt sich in die drei Standortkomplexe der Seemarschen, Küstendünen und Spülsäume unterteilen und nach folgenden Gesichtspunkten analysieren:

- Physiographie
- Physiognomie (Symmorphologie)
- Syndynamik
- Synökologie
- Synchronologie
- Wirtschaftliche Bedeutung und Naturschutz

3. Auswahl der untersuchten Küstengebiete sowie Darstellung ökologischer Methoden

Die scheinbar homogene Gleichförmigkeit der Küstenvegetation verleitet zwar zunächst zur geringen Materialsammlung, dennoch wurde versucht, um einen Überblick über die Vielgestaltigkeit der Vegetation im Untersuchungsraum zu gewinnen, so objektiv wie möglich unterschiedliche Vegetationstypen zu erkennen und aufzusuchen. Weiterhin wurde angestrebt, regionale Unterschiede in der Vegetationszusammensetzung zu ermitteln; zu dem Zweck wurden möglichst gleichmäßig verteilte Beobachtungsgebiete erfaßt. Der Schwerpunkt der Untersuchungen lag dabei in Newfoundland. Aus zeitlichen Gründen konnten die Küsten vom Nordteil des Gulf of St. Lawrence und von SW-Nova Scotia leider nicht selbst besucht werden.

In den einzelnen Vegetationskomplexen wurde die Häufigkeit und Verteilung der wesentlichsten Pflanzengesellschaften ermittelt. Von ausgewählten Beständen wurden Vegetationsaufnahmen sowie ausgemessene Transektskizzen über die Zonierung der einzelnen Vegetationseinheiten angefertigt. In einigen Fällen wurde die Strandvegetation kartiert, und

in bestimmten Pflanzengesellschaften konnten ökologische Messungen durchgeführt werden.

In der Bodenlösung der Küstenvegetation wurden im September 1978 der Grad der Salinität (Cl-Wert) und Wasserstoffionenkonzentration (pH-Wert) ermittelt. Da die Salinität auch hier in erster Linie vom Meereswasser direkt geprägt wird, wurde der Chloridgehalt in der Bodenlösung mit einer Chloridelektrode eines Ionenmeters (Modell 407 A) der Firma Orion gemessen. Diese Messungen sind dann an Hand des Molekulargewichtes von Kochsalz auf % Salinität umgerechnet worden.

Die Prüfung der Wasserstoffionenkonzentration in der Küstenvegetation brachte wenig bemerkenswerte Ergebnisse. Für die pH-Messungen wurde das kolorimetrische System von Hellige (Freiburg) benutzt. Da das Meerwasser selbst basenreich und gut gepuffert ist, zeigten die Schlickböden nur subneutrale bis neutrale Reaktionen. In der Dünenvegetation wurde ein größeres Spektrum von Wasserstoffionenkonzentrationen ermittelt; während in den jungen Sanddünen wegen des hohen Kalkgehaltes die pH-Werte anstiegen, fielen sie in den alten, bereits entkalkten Dünen wieder ab.

4. Anfertigung von Vegetationsaufnahmen und Tabellen

In der untersuchten Küstenvegetation wurden von den angetroffenen Pflanzenbeständen Vegetationsaufnahmen nach der Methode von BRAUN-BLANQUET angefertigt. Diese bilden die wichtigsten Grundbausteine zur Beurteilung der Pflanzendecke. In jeder Aufnahmefläche wurden alle Arten notiert und die Artmächtigkeit geschätzt. Die Bestimmung des Grades der Artmächtigkeit erfolgte nach einer siebenteiligen Skala mit arabischen Zahlen (r, +, 1 - 5; BRAUN-BLANQUET 1964).

Die Abgrenzung der Probeflächen erfolgt in physiognomisch homogenen Beständen, die Größe kann zwischen 1 - 10 m² schwanken. Bei der Flächenauswahl können subjektive Kriterien eine Rolle spielen, aber durch die große Zahl der Aufnahmen lassen sich Zufälligkeiten bei der Auswahl weitgehend kompensieren. Im Vergleich mit Vegetationsaufnahmen der jeweils entsprechenden Pflanzengesellschaften aus der Literatur sind die eigenen Vegetationsaufnahmen oft artenärmer. Eine wesentliche Ursache liegt wahrscheinlich in der Wahl einer kleineren, jedoch homogenen Probefläche.

Die Materialauswahl und Tabellenbearbeitung erfolgt nach den von TOXEN (1972) ausgearbeiteten Richtlinien für die Erstellung eines Prodromus der europäischen Pflanzengesellschaften. Die Vegetationsaufnahmen wurden in Tabellen zusammengefaßt. Zur besseren Beurteilung der jeweiligen Dünenengesellschaften wurden zusätzlich synthetische Tabellen aufgestellt. In diesen Tabellen wird die Stetigkeit aller ähnlichen

Gesellschaftsaufnahmen des Verfassers sowie veröffentlichte und unveröffentlichte Aufnahmen verschiedener Autoren für eine bestimmte Vegetationseinheit angegeben. Die Stetigkeit (römische Ziffern) wird in sechs Klassen eingeteilt (+, I - V), wobei 1 - 5 % die Stetigkeitsklasse +, 5 - 20 % die Stetigkeitsklasse I, 21 - 40 % die Stetigkeitsklasse II, usw., bedeuten (BRAUN-BLANQUET 1964, TOXEN 1974).

5. Zur Klassifizierung und Nomenklatur

In den Tabellen wurden die Vegetationsaufnahmen mit ähnlichen Artenverbindungen zusammengefaßt und nach floristischer Übereinstimmung gegliedert. Als grundlegende Vegetationseinheit wurde die Assoziation - die durch charakteristische Artenverbindungen gekennzeichnet ist - herausgearbeitet. Die hier vorgestellten Assoziationen sind vor allem durch die dominierenden Kennarten ausgezeichnet. An den Küsten, wo die Lebensmöglichkeiten für Phanerogamen stark eingeengt sind, bilden sich sehr oft ein- oder zweiartige Spezialisten-Gesellschaften aus, die als selbständige Assoziationen angesehen werden müssen (TOXEN 1974). Über die Definition des Assoziationsbegriffes soll in diesem Zusammenhang auf die Publikationen von BRAUN-BLANQUET (1964), REICHELDT und WILMANNS (1973) und TOXEN (1974) hingewiesen werden. Eine weitere soziologische Untergliederung der Assoziation in 'Subassoziationen' und 'Varianten' kann aufgrund einer charakteristischen Artenzusammensetzung durchgeführt werden. Die Subassoziationen werden durch Trennarten voneinander unterschieden und charakterisieren innerhalb der jeweiligen Assoziation unterschiedliche Wasserstufen. Die Gliederung in Varianten innerhalb der jeweiligen Assoziationen und Subassoziationen erfolgt ebenfalls durch Trennarten, die nach dem Nährstoffhaushalt geordnet werden. Für diejenige Ausbildung einer Assoziation bzw. Subassoziation, die keine Subassoziations- bzw. Varianten-Trennarten enthält, wird die Bezeichnung 'Typische Subassoziation' bzw. 'Typische Variante' verwendet.

Der Begriff 'Phase' (z.B. 'Initialphase') bezieht sich auf syndynamische Einheiten, die durch bestimmte, nur vorübergehend in dieser Assoziation bzw. Subassoziation dominierenden Arten gekennzeichnet sind.

Kennartenlose Vegetationseinheiten werden neutral als 'Gesellschaften' bezeichnet.

Die Assoziationen und die höheren Einheiten (Verbände, Ordnungen, Klassen) werden durch Kennarten gegenüber anderen Vegetationseinheiten gleicher Rangstufen abgegrenzt. In der Literatur existiert eine Vielzahl von synonymen Syntaxa. Der Verfasser hielt sich so weit wie möglich an die in Vegetatio 32 (1976) von BARKMAN, MORAVEC und RAUSCHERT vorgeschlagenen Nomenklaturregeln. Bei den Syntaxa wurde der nach den Prioritätsregeln korrekte Name und Autor angeführt. Die Benennung neuer Syntaxa erfolgte nach den Vorschlägen von RAUSCHERT (1963).

Bei der Bestimmung der Sippen orientierte sich der Verfasser weitgehend an den Floren von FERNALD (1950), MARIE-VICTORIN (1964), HULTEN (1968) und ROLAND and SMITH (1969).

Von allen im ostkanadischen Untersuchungsgebiet angetroffenen Assoziationen und Gesellschaften wurden Verbreitungskarten angefertigt.

6. Synsoziologische Ansätze

BRAUN-BLANQUET (1964) führt aus, daß ganz bestimmte Gesellschaftsgruppierungen unter ähnlichen Umweltbedingungen stets wiederkehren und miteinander in Wettbewerb treten. Er bezeichnet diese ständig wiederkehrenden mosaik- und gürtelartig angeordneten Gesellschaften als Gesellschaftskomplexe. Erst in den letzten Jahren wurden solche Vegetationskomplexe auf Anregung von SCHMITHÜSEN (1968) wieder näher erforscht; BEGUIN und HEGG (1975) führten als neuen Namen den Begriff 'Sigmassoziation' für diese Gesellschaftskomplexe ein.

So wie die Arten (Taxa) die Bestandteile der Pflanzengesellschaften bilden, kann die Gesamtzahl aller vorkommenden Assoziationen und Gesellschaften (Syntaxa) in einem homogenen Gebiet zu einer Sigmassoziation zusammengefaßt werden. In einer Sigmassoziation (Sigmetum) werden die Gesellschaften oder Assoziationen dabei mit der gleichen siebenstelligen Skala von BRAUN-BLANQUET (1964) bewertet (vgl. TOXEN 1973). Auf diese Weise ist es möglich, für eine Sigmassoziation eine Tabelle aufzustellen, die auch zu einer Stetigkeitstabelle zusammengefaßt werden kann. Nach den Forderungen von TOXEN (1978) sollte Grundbedingung für die Bewertung eines Gesellschaftskomplexes als Sigmassoziation das Vorhandensein einer oder mehrerer Kenngesellschaften in der Gesellschaftsverbindung sein. Wie die Pflanzengesellschaften (Assoziationen), die aufgrund ihrer Artenkombination zu einem abstrakten, hierarchischen System (Verbände, Ordnungen, Klassen) vereinigt wer-

den können, ist es möglich, auch die Sigmassoziationen zu einem entsprechenden System zusammenzufassen (TUXEN 1977). Wenn man mit synsoziologischen (symphytosoziologischen) Methoden arbeitet, ist die genaue Kenntnis aller in den verschiedenen Untersuchungsgebieten vorkommenden Gesellschaften und Assoziationen sowie ihrer Subassoziationen und

Varianten allerdings eine notwendige Voraussetzung. In dieser Arbeit wurden nur Ansätze zu einer Synsoziologie vorgenommen. Es wurden als Beispiele die Gesellschaftskomplexe einer Küstendüne und einer Salzwiese auf Newfoundland aufgenommen und in Stetigkeitstabellen zusammengefaßt.

C. BEMERKENSWERTE FLORISTISCHE BEOBACHTUNGEN

Für die Erfassung und Abgrenzung definierter Pflanzengesellschaften, speziell bei überregionaler Bearbeitung der Phytozönosen vergleichbarer Standorte, ist es zweifellos von großer Hilfe, möglichst umfassende Kenntnisse über die Verbreitung der jeweils diagnostisch wichtigen Sippen zu haben. Da es im ostkanadischen Raum noch recht große Kenntnislücken in Bezug auf Artenverbreitung gibt, sollen in diesem Kapitel für eine Reihe interessanter Arten Fundortangaben neuer Lokalitäten ¹⁾ und dazu Verbreitungskarten Abb. 11 - 46, p. 34 - 42) zusammen mit sämtlichen bisher bekannten Fundorten vorgestellt werden. Die Angaben beziehen sich, falls nicht gesondert aufgeführt, auf Newfoundland. Zur Literaturlauswertung lagen folgende Quellen vor:

ROULEAU (1956) veröffentlichte eine Pflanzenliste von Newfoundland; eine verbesserte Neuauflage lag dem Verfasser bei der Bearbeitung dieses Kapitels in Manuskriptform vor.

Der noch nicht veröffentlichte Florenatlas von ROULEAU and SCOTT konnte für diese Untersuchungen ebenfalls mit herangezogen werden.

Darüber hinaus wurde eine neuere floristische Arbeit von BOUCHARD and HAY (1976) für den Gros Morne National Park (Newfoundland) ausgewertet.

Ruppia maritima L. (Abb. 11)

Renews, Little Bay, Frenchman's Cove, Grand Beach, Grand Bank, Milton, Norris Arm, Stephenville Crossing, Glenburnie

Zostera marina L. var. *stenophylla* Aschers & Graebn. (Abb. 12)

Renews, Bay Roberts, Milton, Lethbridge, Stephenville Crossing, Glenburnie

Triglochin gaspense Lieth & Löve (Abb. 13)

Bellevue Beach, Wesleyville, Chapel Island, Coachman's Cove, Stephenville Crossing, York Harbour, Glenburnie, East Arm of Bonny Bay, St. Paul, Cow Head, Parsons Pond, Hawke's Bay, Cloud River, Pistolet Bay, Raleigh

Ammophila breviligulata Fern. (Abb. 14)

St. Stephen, Point au Mal, St. Paul, Cow Head, Parsons Pond

Puccinellia ambigua Sörens. (Abb. 15)
(syn.: *P. paupercula* var. *alaskana*)

Ostkanada: Searston (Nfdl.), Stephenville Crossing (Nfdl.), Portland Creek (Nfdl.), Cheticamp

(N.S.), Port Dufferin (N.S.), Hed. of Joddore (N.S.), Martinique Beach (N.S.), Lawrence town Beach (N.S.), Canovoy (P.E.I.), Grosse Ile (I.d. l.Mad.), Havre aux Maisons (I.d.l.Mad.), Havre Aubert (I.d.l.Mad.), Gaspé (Que.), Capucine (Que.)

Puccinellia coarctata Fern. & Weath. (Abb. 16)
(syn.: *P. retroflexa* ssp. *borealis* var. *virescens* Holmb.)

Wiltes Bay, Colliers, Bay Roberts, Summerville, Chapel Island, Parsons Pond, Griquet

Puccinellia paupercula (Holmb.) Fern. & Weath. (Abb. 17)

Shores Cove, Renew's, Daniel's Point, Colliers, Bay Roberts, Frenchman's Cove, Traytown, Roberts Arm, Brent Cove, Searston, Stephenville Crossing, Lake Harbour, Glenburnie, St. Paul, Portland Creek, Hawke's Bay, Cloud River, Savage Cove, Pistolet Bay, Raleigh

Spartina alterniflora Loisel. (Abb. 18)

Traytown, Stephenville Crossing, St. Barbe Bay

Spartina patens (Ait.) Muhl. (Abb. 19)

Searston

Carex glareosa Wahlenb. (s. p. 127 sowie DAMMAN 1976) (Abb. 20)

Searston, Stephenville Crossing, East Arm of Bonne Bay, St. Paul, Hawke's Bay

Carex mackenziei Krecz. (Abb. 21)

St. Paul, Cloud River, Savage Cove, Pistolet Bay, Cooks Hbr.

Carex maritima Gunn. (Abb. 22)

St. Paul

Carex paleacea Wahlenb. (Abb. 23)

Roberts Arm, Baie Verte, Glenburnie, Hawke's Bay, Cloud River, Main Brook, Pistolet Bay, Raleigh

Carex salina Wahlenb. (Abb. 24)

Baie Verte

Carex subspathacea Wormskj. (Abb. 25)

Searston, Stephenville Crossing, St. Paul, Baie Verte, Coachman's Cove, Parsons Pond, Cloud River, Pistolet Bay

Eleocharis halophila Fern. & Brack. (Abb. 26)

Wiltes Bay, Biscay Bay, Daniel's Point, Riverhead, Bellevue Beach, Little Lawrence, Webber Cove, Lamaline, Summerville, Newman Sound, Baie Verte, Stephenville Crossing, Glenburnie, St. Paul, Portland Creek

Eleocharis parvula (R. & S.) Link (Abb. 27)

Grand Bank, Milton, Lethbridge, Norris Arm, Pilleys Island, Baie Verte, Searston, Stephenville Crossing, East Arm of Bonne Bay, Portland Creek, Hawke's Bay, Cloud River, Main Brook, Pistolet Bay

Scirpus americanus Pers. (Abb. 28)

Lethbridge, St. George's, Stephenville Crossing

Scirpus rufus (Huds.) Schrad. var. *neogaeus* Fern. (Abb. 29)

Wiltes Bay, Stephenville Crossing, Glenburnie, St. Paul, Parsons Pond, Cloud River, Pistolet Bay

Juncus gerardii Loisel. (Abb. 30)

Renews, Daniel's Point, Stephenville Crossing, York Harbour, Baie Verte, St. Paul

1) Das gesammelte Herbarmaterial des Verfassers wird in das Herbar der Memorial University, St. John's, Newfoundland (Dr. P. Scott) überführt.

- Polygonum boreale* (Lange) Small (Abb. 31)
Frenchman's Cove, Eddies Cove, Boat Harbour,
Pistolet Bay
- Polygonum fowleri* Robins (Abb. 32)
Colliers, Greens Harbour, Frenchman's Cove,
Searston
- Polygonum raji* Bab. (Abb. 33)
Colliers, Frenchman's Cove, St. Paul
- Atriplex subspicata* (Nutt.) Rydb. (Abb. 34)
Ostkanada: Havre aux Maisons (I.d.I.Mad.), Ca-
bot Prov. Par. (P.E.I.), Rustico Nat. Park
(P.E.I.), Bunburry (P.E.I.), Summerside (P.E.
I.), Buctouche (N.B.), Fort Beausejour (N.B.),
Lamèque (N.B.), Lower Caraquet (N.B.), St.
Omer (Que.), L'Ans au Portage (Que.).
- Atriplex praecox* Hülpers (Abb. 35)
Bay Robert's, Frenchman's Cove, Cow Head, Dead-
man's Cove
Diese Art konnte zum ersten Mal für Nordamerika
nachgewiesen werden!
- Salicornia europaea* L. s.l. (s. p. 75) (Abb. 36)
St. Paul, Robert's Arm, Pilley's Island, Tray-
town, Burin Bay, Raleigh
- Salsola kali* L. (Abb. 37)
Bay Roberts, Searston, Sally Cove, Shallow Bay,
Parsons Pond
- Suaeda maritima* (L.) Dum. ssp. *maritima* (Abb. 38)
Robert's Arm, Bay Roberts
- Honckenya peploides* ssp. *robusta* (Fern.) Hult.
(Abb. 39)
Newtown, Doating Cove, St. Paul, Cow Head, Par-
sons Pond, Savage Cove, Pistolet Bay
- Stellaria humifusa* Rottb. (Abb. 40)
Frenchman's Cove, Chapel Island, Baie Verte,
Searston, St. Paul, Cloud River, Pistolet Bay
- Ranunculus cymbalaria* Pursh. (Abb. 41)
Shores Cove, Biscay Bay, Daniel's Point, Webber
Cove, Lawn, Bunyan's Cove, Coachman's Cove,
Searston, Stephenville Crossing, Glenburnie,
St. Paul, Parson's Point, Hawke's Bay, Eddie's
Cove, Pistolet Bay, Main Brook, Cloud River
- Cakile edentula* (Bigel). Hook. (Abb. 42)
Biscay Bay, Bay Roberts, Frenchman's Cove,
Traytown, Newtown, Doating Cove, Roberts Arm,
Brent Cove, Coachman's Cove, Searston, Stephen-
ville Crossing, Point au Mal, York Harbour, St.
Paul, Parsons Pond, Shallow Bay, Portland
Creek, Hawke's Bay, Pistolet Bay
- Glaux maritima* L. (Abb. 43)
Searston, Stephenville Crossing, York Harbour,
Glenburnie, Cloud River
- Limonium nashii* Small (Abb. 44)
Stephenville Crossing
- Mertensia maritima* (L.) S.F.Gray (Abb. 45)
St. Vincent's, Bay Roberts, Bellevue Beach,
Frenchman's Cove, Grand Bank, Traytown, New-
town, Brent Cove, York Harbour, Cow Head,
Hawke's Bay, Deadman's Cove, Raleigh, L'Anse
au Meadow
- Plantago maritima* L. (Abb. 46)
Witles Bay, Renew's, Biscay Bay, Daniel's Point,
Riverhead, Colliers, Bay Roberts, Greens Har-
bour, Burin Bay, Summerville, Traytown, Chapel
Island, Pilley's Island, Roberts Arm, Brent
Cove, Baie Verte, Coachman's Cove, Searston,
Stephenville Crossing, York Harbour, Woody
Point, East Arm of Bonne Bay, St. Paul, Cow
Head, Parsons Pond, Hawke's Bay, St. Barbe Bay,
Deadman's Cove, Pistolet Bay, Raleigh, Cloud
River

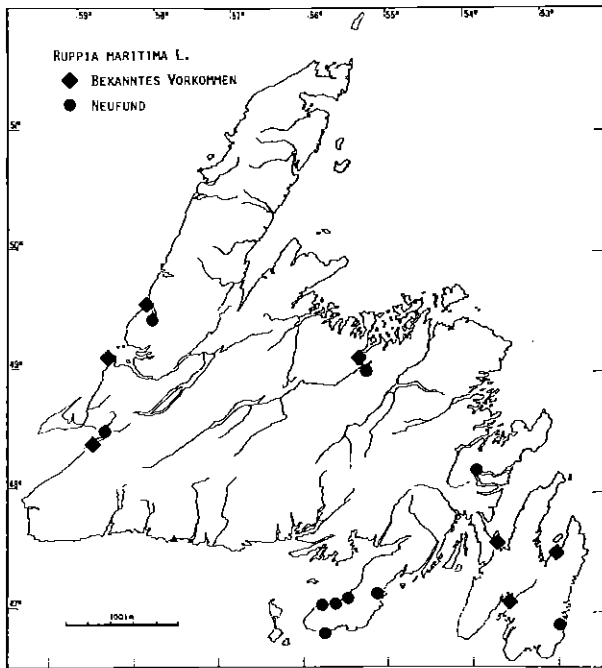


Abb. 11: *Ruppia maritima*

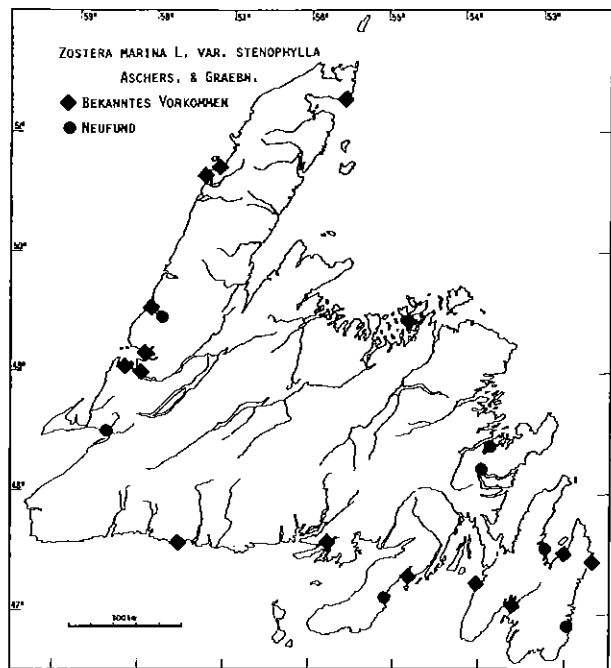


Abb. 12: *Zostera marina* var. *stenophylla*

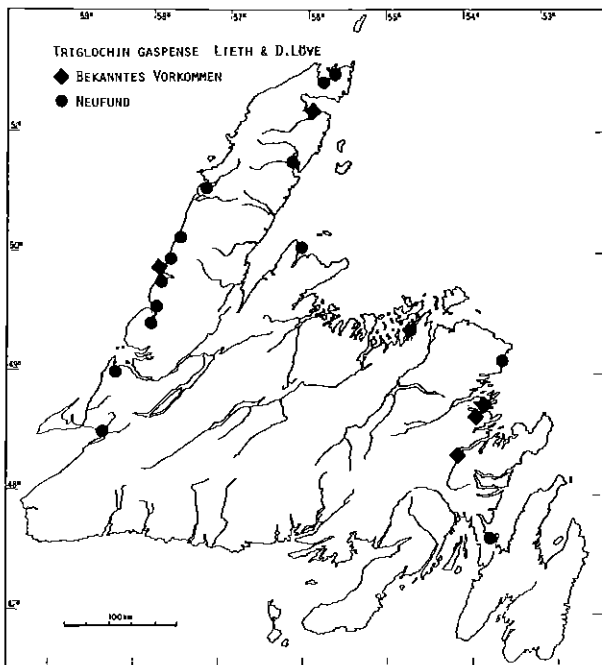


Abb. 13: *Triglochin gaspense*

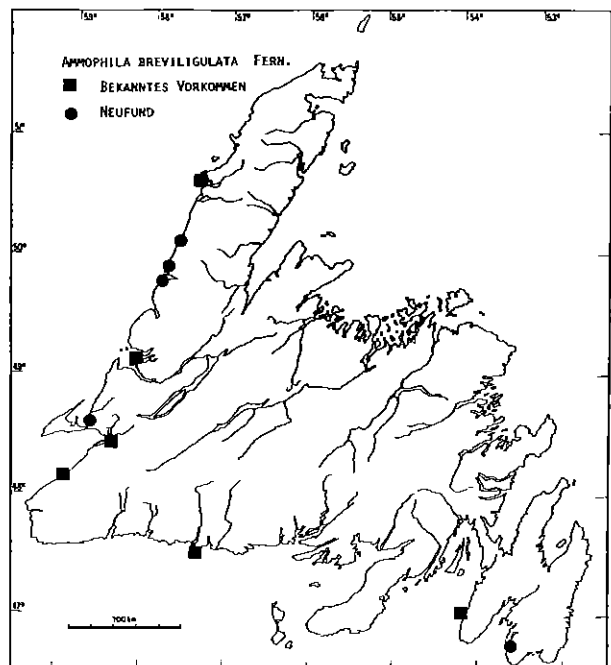


Abb. 14: *Ammophila breviligulata*

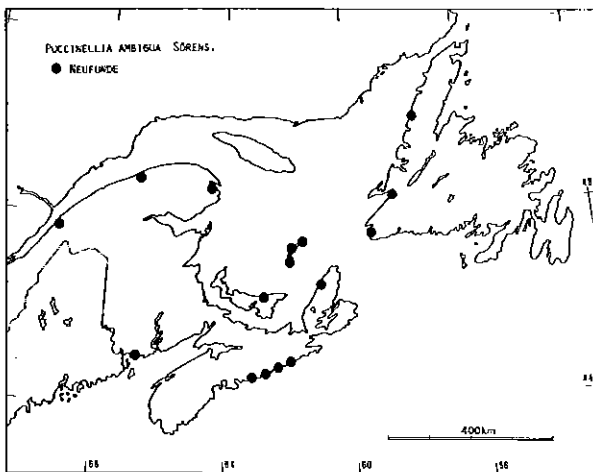


Abb. 15: Ostkanada: *Puccinellia ambigua*

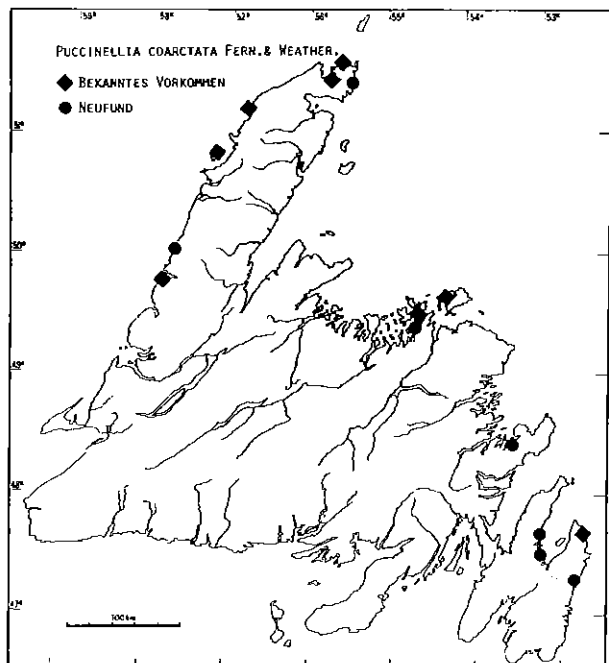


Abb. 16: *Puccinellia coarctata*

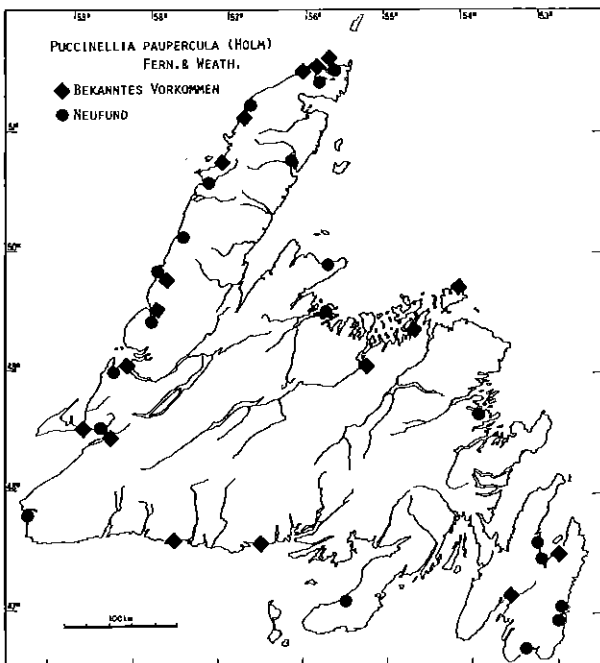


Abb. 17: *Puccinellia paupercula*

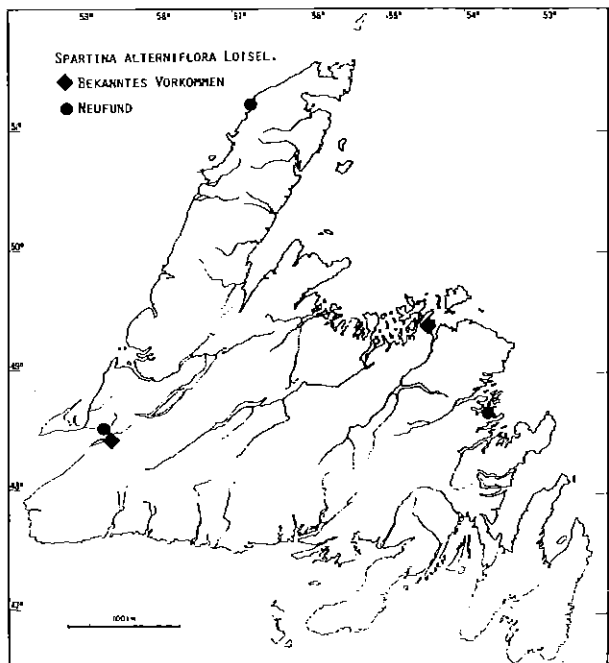


Abb. 18: *Spartina alterniflora*

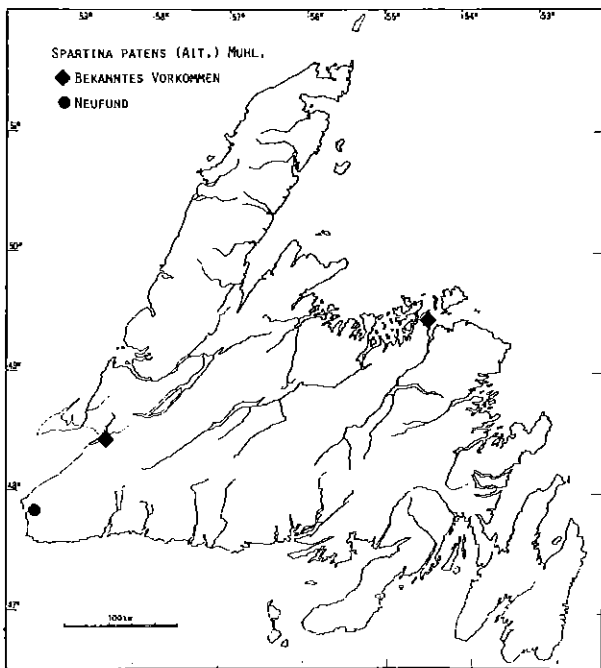


Abb. 19: *Spartina patens*

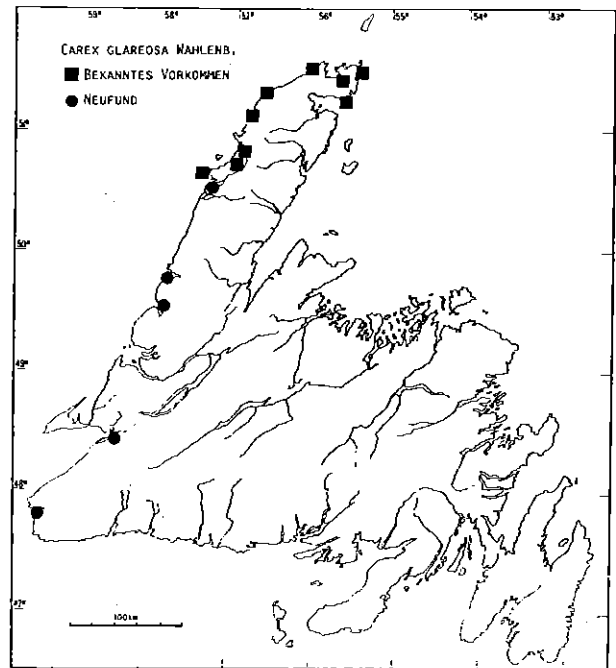


Abb. 20: *Carex glareosa*

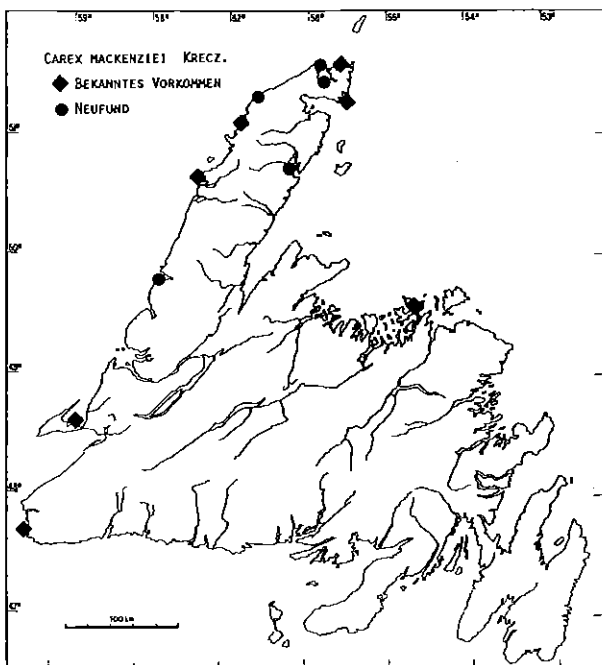


Abb. 21: *Carex mackenziei*

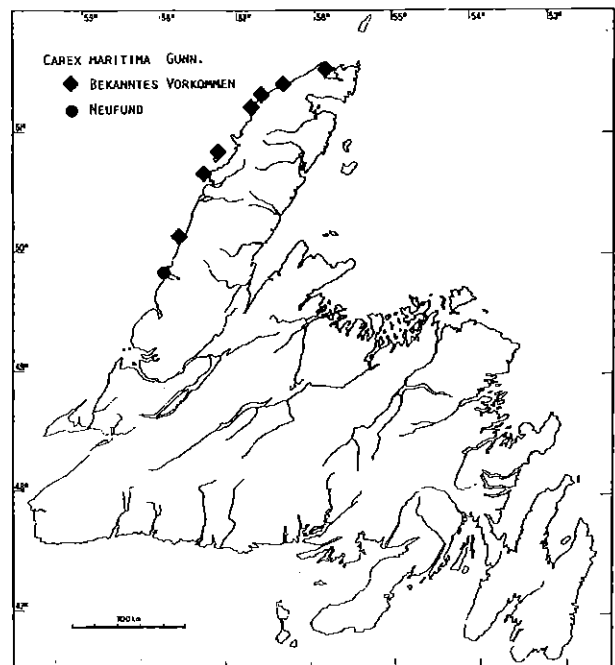


Abb. 22: *Carex maritima*

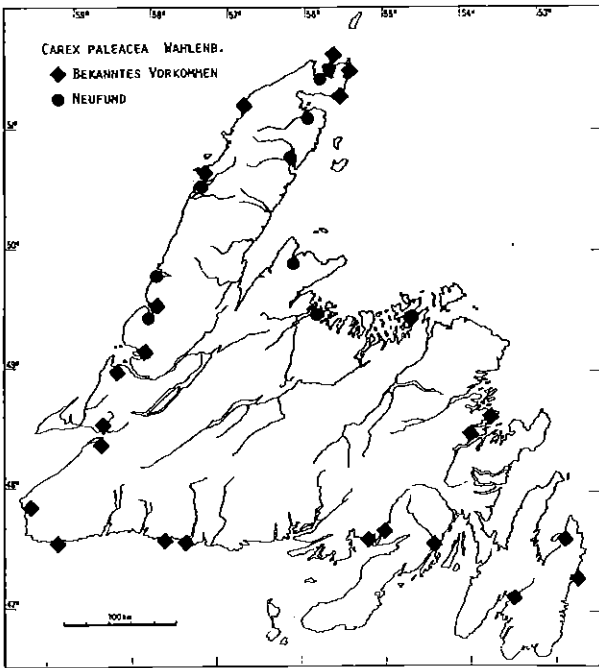


Abb. 23: *Carex paleacea*

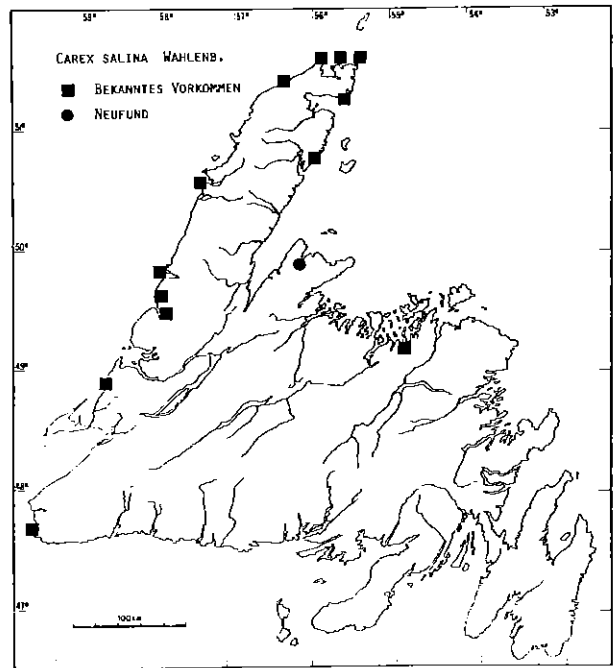


Abb. 24: *Carex salina*

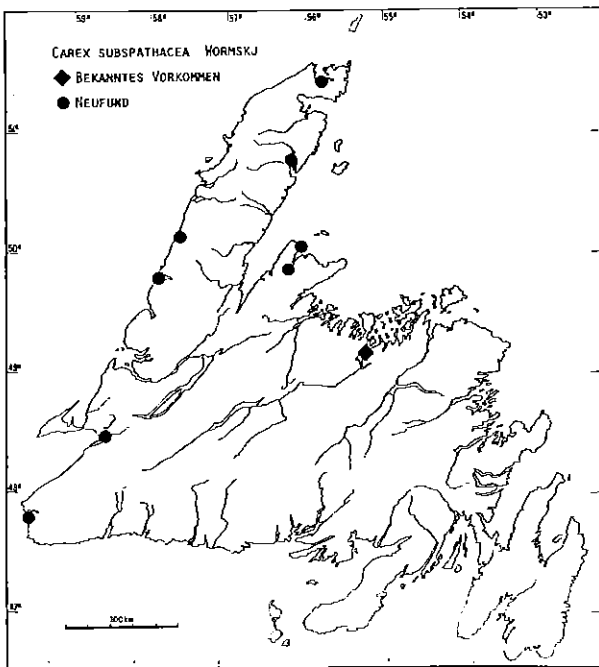


Abb. 25: *Carex subspathacea*

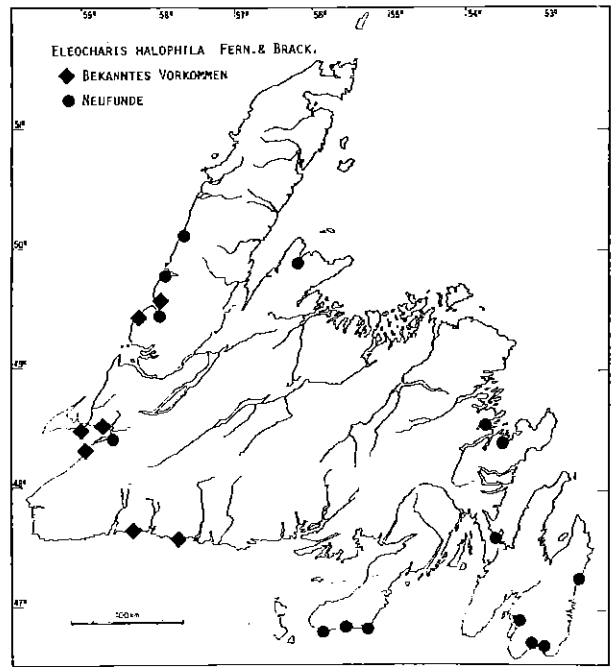


Abb. 26: *Eleocharis halophila*

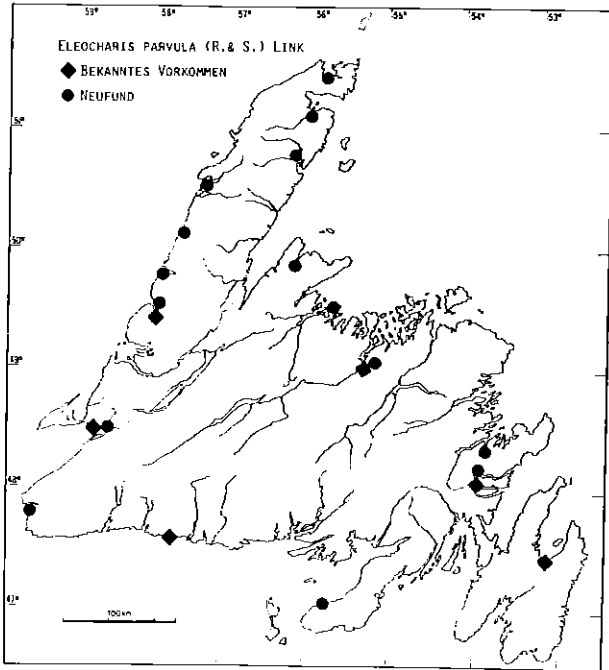


Abb. 27: *Eleocharis parvula*

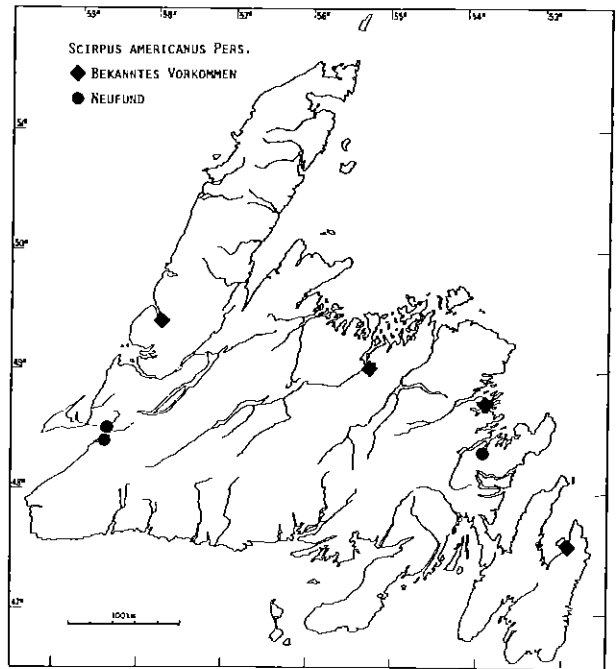


Abb. 28: *Scirpus americanus*

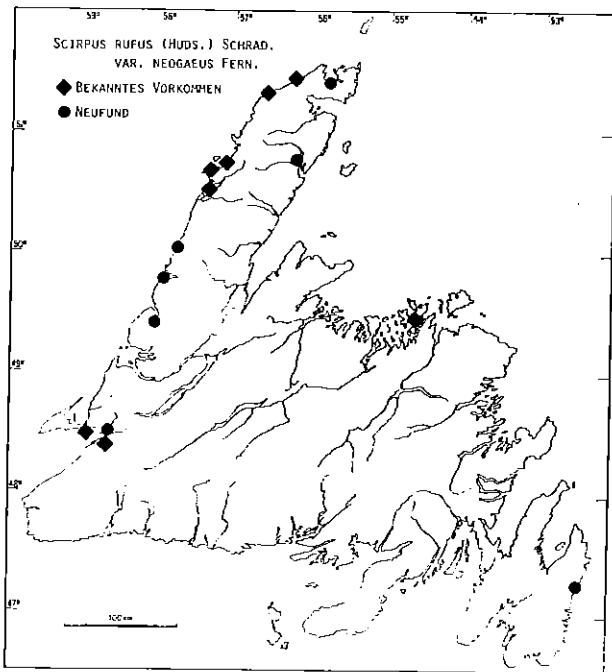


Abb. 29: *Scirpus rufus*

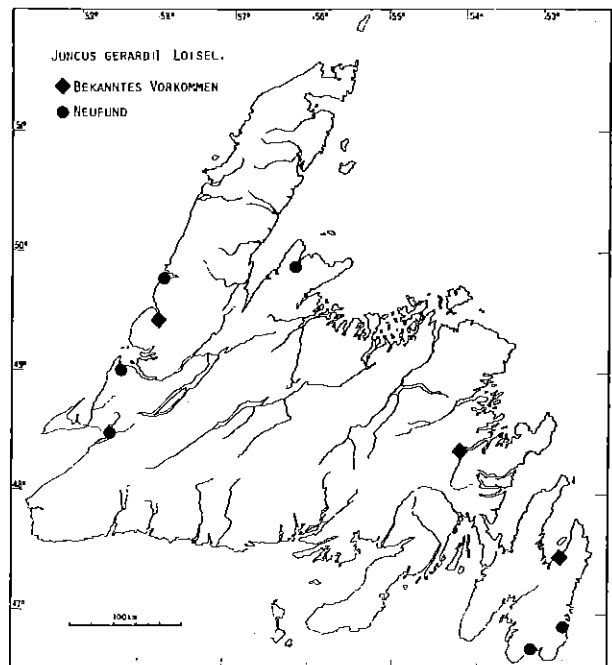


Abb. 30: *Juncus gerardii*

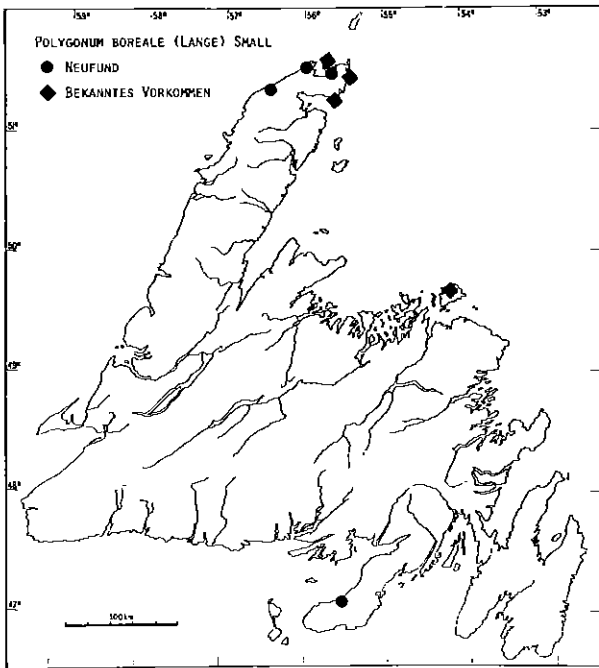


Abb. 31: *Polygonum boreale*

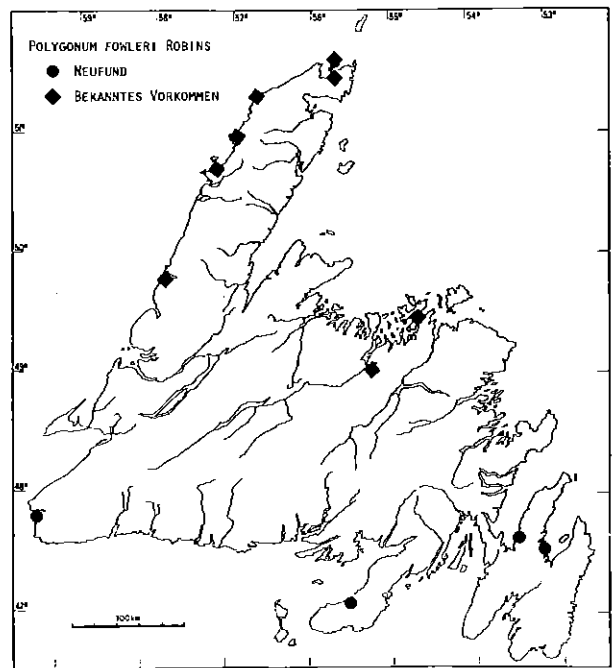


Abb. 32: *Polygonum fowleri*

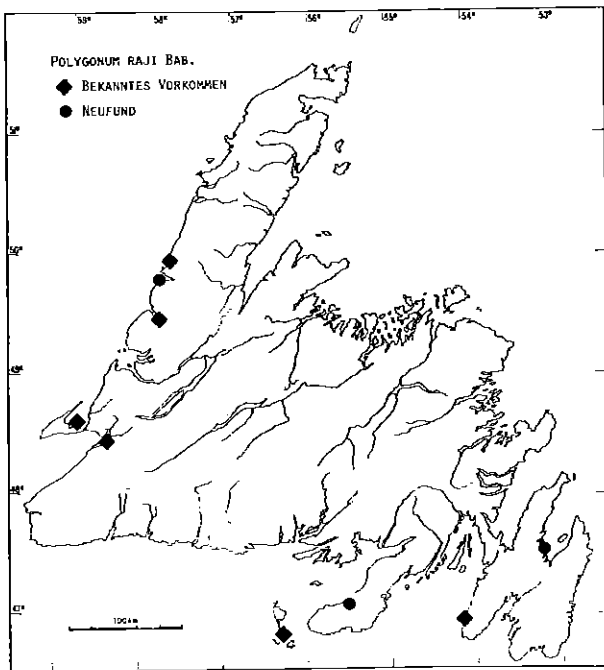


Abb. 33: *Polygonum raji*

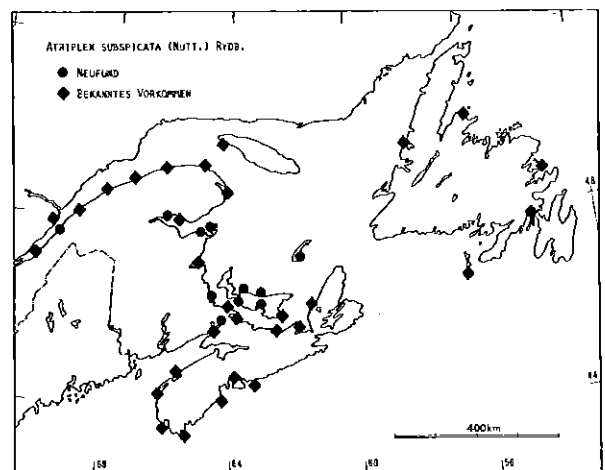


Abb. 34: Ostkanada: *Atriplex subspicata*

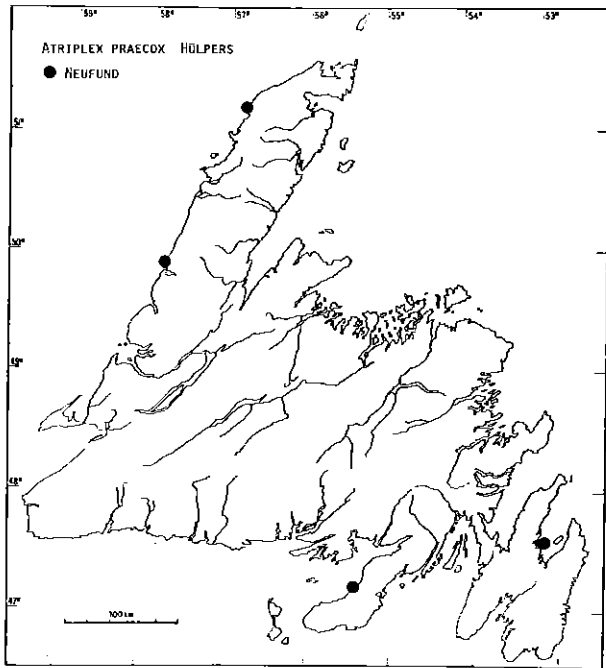


Abb. 35: *Atriplex praecox*

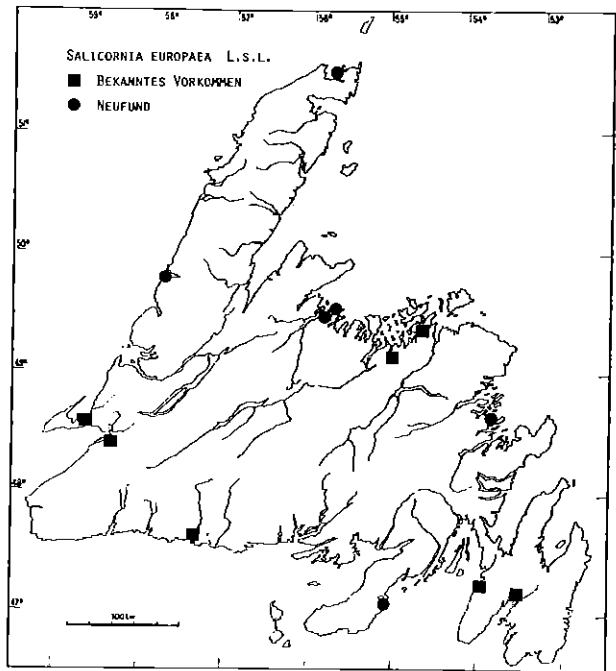


Abb. 36: *Salicornia europaea*

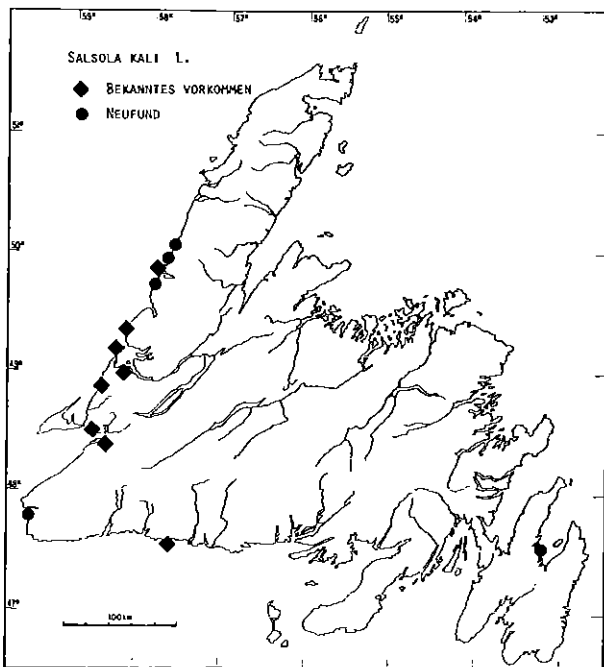


Abb. 37: *Salsola kali*

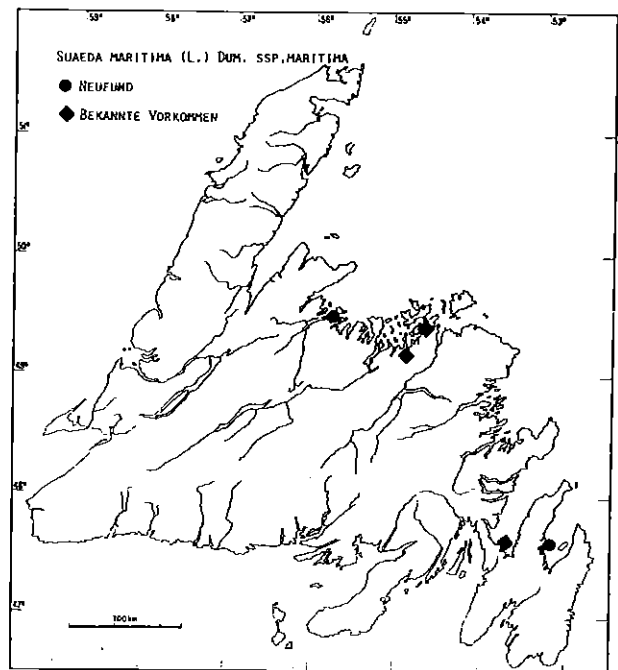
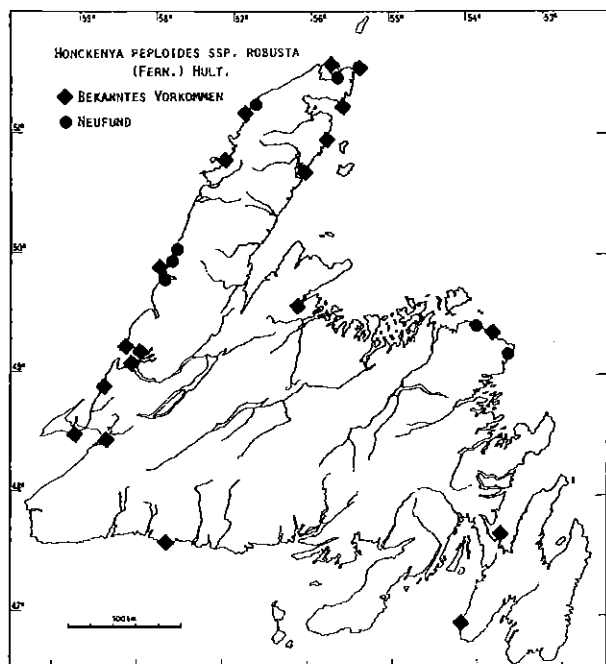
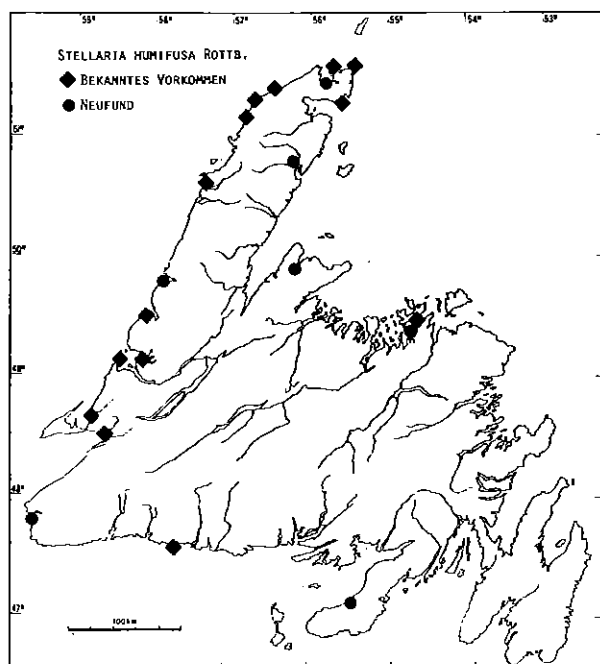
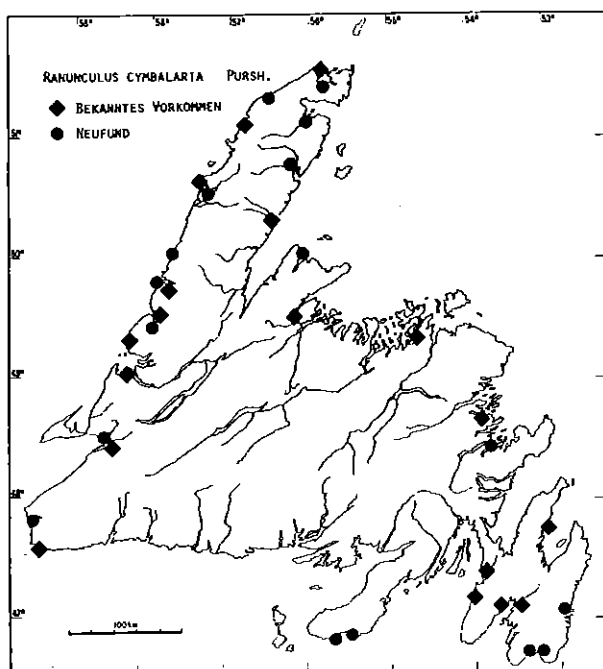
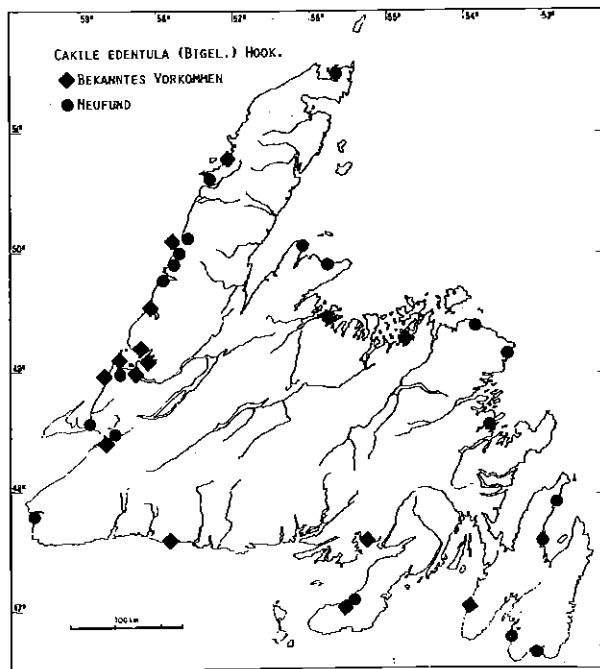


Abb. 38: *Suaeda maritima*

Abb. 39: *Honckenya peploides*Abb. 40: *Stellaria humifusa*Abb. 41: *Ranunculus cymbalaria*Abb. 42: *Cakile edentula*

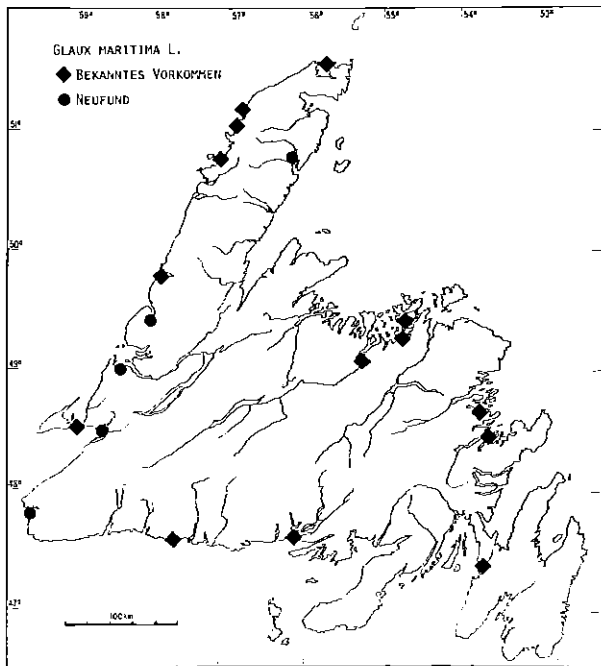


Abb. 43: *Glaux maritima*

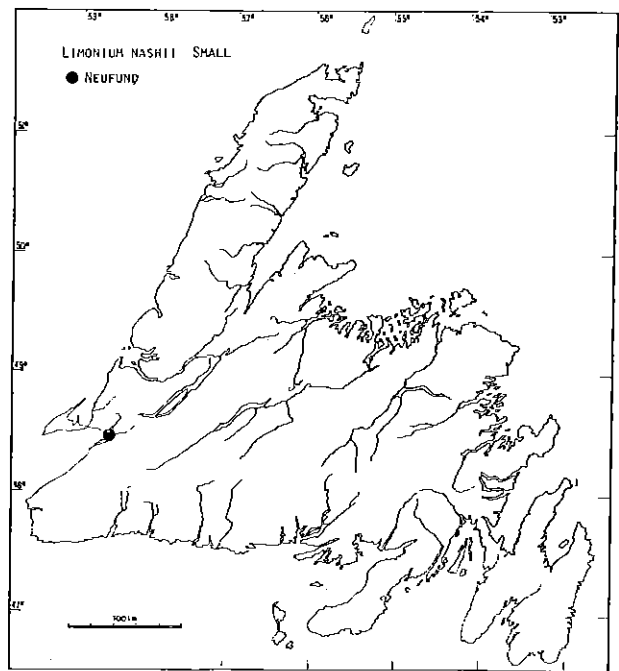


Abb. 44: *Limonium nashii*

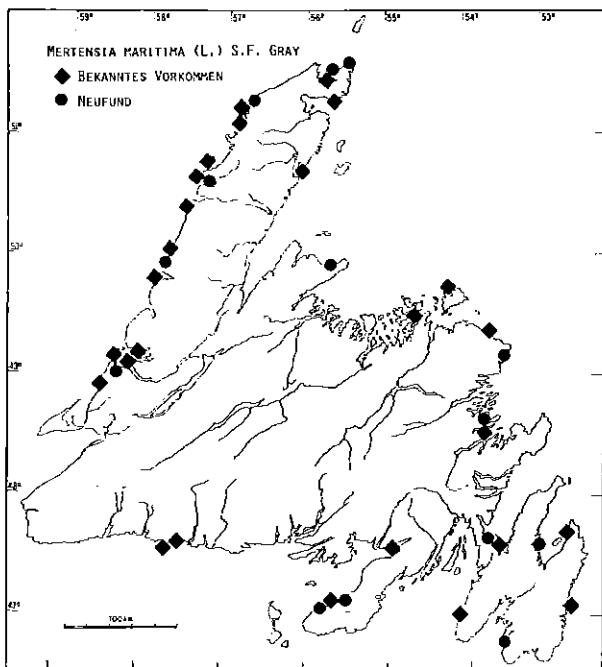


Abb. 45: *Mertensia maritima*

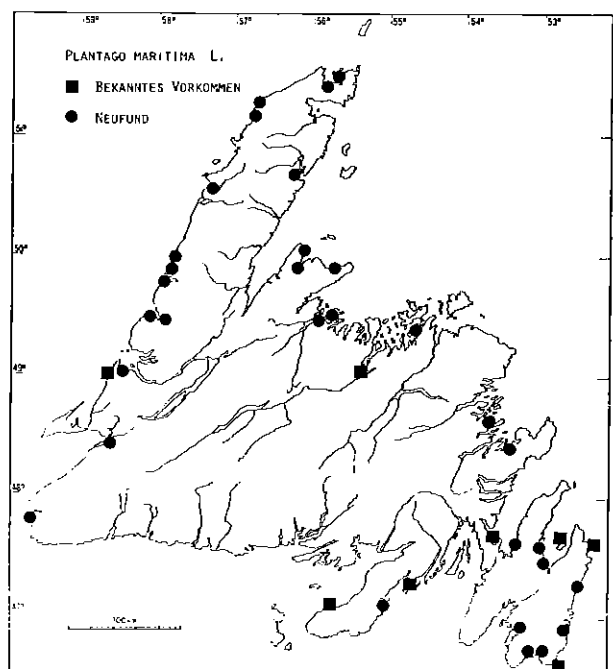


Abb. 46: *Plantago maritima*

D. DIE VEGETATION DER SEEMARSCHEN

I. Allgemeine Betrachtung

1. Physiographie

Für das Entstehen der Seemarschen besitzt die reich-gegliederte ostkanadische Küste nur stellenweise geeignete Voraussetzungen. Der glazial überformte Küstensaum bietet nur in Buchten, Lagunen und im Schutze von Inseln sowie in tiefeingeschnittenen Flußmündungen die für eine großflächige Verlandung notwendigen Bedingungen.

Im Untersuchungsraum ist der nördliche Teil, d.h. Newfoundland, S-Labrador und die Gaspé Peninsula, infolge der Landhebungsvorgänge während der letzten Jahrtausende für die Entstehung der Seemarschen ungeeignet. Dort können sich allenfalls in Flußmündungen Brackwatten mit einer Schlickauflage bilden und echte Salzwiesen entstehen. Im südlicheren Teilraum des untersuchten Gebietes ist die Bildung von Seemarschen auf Grund der Landsenkung häufiger, außerdem sind ohnehin die physiogeographischen Voraussetzungen in den Buchten, Haffbecken, Lagunen und in geschützten Lagen von Landzungen für die Entstehung von Marschablagerungen bedeutend günstiger. Die größten Marschengebiete liegen in Nova Scotia und Newbrunswick, vor allem an der Bay of Fundy.

Die Bildung einer Seemarsch beginnt in der Regel dann, wenn über lange Zeiträume hinweg bei stabilen, ruhigen Strömungsverhältnissen eine Schlick- oder Sandauflandung stattfindet. Bei einer Tiefe von etwa 50 cm unter dem mittleren Tidenhochwasser erfolgt die Besiedlung solcher Flächen mit den ersten Pionierpflanzen, in Europa vornehmlich durch den Queller, in Ostkanada hingegen vielfach durch *Zostera marina* bzw. *Spartina alterniflora*. Die Pflanzen bewirken eine verstärkte Sedimentation der vom Wasser mitgeführten Partikel. Schon in einer Tiefe von weniger als 20 cm unterhalb der mittleren Hochwasserlinie können daher weitere halophytische Kräuter und Gräser die Flächen besiedeln, das 'Herauswachsen' des Marschenboden wird beschleunigt.

Wird zunächst der Boden noch regelmäßig bei jedem Hochwasser überflutet, so erfolgt dies mit zunehmender Aufschlickung nur mehr episodisch und schließlich allenfalls noch bei Sturmfluten. Dies ist der Zeitpunkt, an dem in der Regel mit der Eindeichung des Gebietes begonnen werden kann (in den

Niederlanden bei z.B. 30 - 50 cm über dem mittleren Tidenhochwasser).

Je nach Höhe der Marsch verändert sich die Vegetationszusammensetzung und damit auch die Dichte des Bewuchses, und es beginnen bodenchemische Veränderungen abzulaufen (vergl. Müller in SCHEFFER-SCHACHTSCHABEL 1966, p. 423 f.).

Werden Seemarschen nicht eingedeicht, sind sie meist natürlichen, steten Veränderungen ausgesetzt. So hat sich im Gebiet von Nova Scotia und Newbrunswick durch den extremen Tidenhub ein tiefes Prielsystem entwickelt. Die Form dieser Priele zeigt starke Abhängigkeit vom Substrat: Schlick und tonhaltige Böden bilden muldenförmige Priele, auf sandhaltigem Substrat mit Schlickauflage entwickelt sich eine kerbtalähnliche Treppenform. Beim Aufschlickern der Marsch vertiefen sich die Priele, es kommt zu rückschreitender Erosion.

Die Ränder der Priele sind etwas erhöht, weil dort am häufigsten das Sediment von der Vegetation weggefangen wird (s. Abb. 47, p. 44). Diese Priele spielen bei der Vegetationsverteilung in den Salzwiesen eine Rolle, an ihren Rändern stellt sich z. B. gerne das *Spartinetum alterniflorae* ein.

Für die meisten Salzmarschen sind nicht nur Priele, sondern auch die vegetationslosen Mulden oder Salzpflanzen charakteristisch. Solche abflußlose, flache, oft unregelmäßig verlaufende Vertiefungen sammeln nach Rückzug der Flut das rücklaufende Wasser. Die Ausdehnung dieser Wannen ist sehr variabel und kann von wenigen Dezimetern bis zu hundert Meter im Durchmesser reichen. Die Bildung dieser Strukturen kann wohl verschiedene Ursachen haben:

- Es kann sich um ehemalige Priele handeln, wenn das ursprüngliche Prielsystem zerstört worden ist.
- Die vegetationslosen Stellen können durch die Ablagerung von Spülsaummaterial entstehen (vergl. RANWELL 1972).
- Die abflußlosen Becken können nach regenreichen Perioden lange unter Süßwasser stehen. Der Wasserstau und die mangelnde Salzkonzentration lassen dann die Halophyten kümmern.
- Salzpflanzen treten auf, wenn bei Trockenperioden der Salzgehalt des Bodens derart stark ansteigt, daß die Vegetation ebenfalls absterben kann.
- Ebenso können langanhaltende Schnee- und Eisbedeckung die geschlossene Vegetationsdecke so stark beeinträchtigen, daß sie lückig und küm-

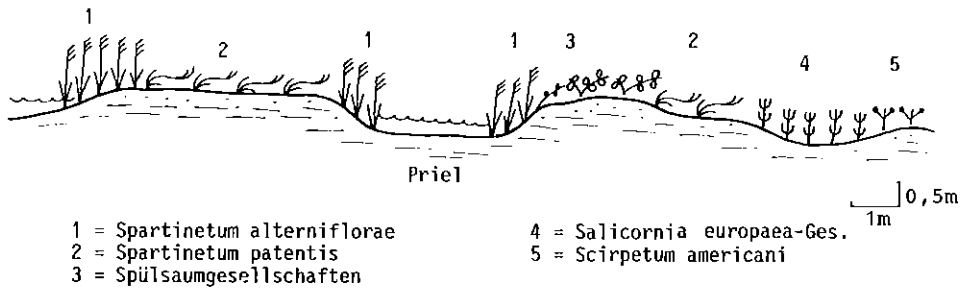


Abb. 47: Schematische Darstellung der Vegetation in den Seemarschen bei Plage du Havre Aubert, Iles de la Madeleine (29.8.1976)

merlich wird und Verhältnisse ähnlich denen der alpinen Schneetälchen entstehen.

- Vertiefungen in den Salzwiesen entstehen ebenso durch den winterlichen Eisschub; dabei spielen auch die Schürfungen durch größere Geröllblöcke eine Rolle (vergl. DIONNE 1968).
- Mulden entstehen auch durch intensive Beweidung der Flächen. Unter den Tritten der Tiere verschlammte die Bodenoberfläche, und der tonhaltige Boden wird schwer wasserdurchlässig. In Trockenperioden bricht die Wasserversorgung an diesen Stellen zusammen; durch Salzverkrustung wird der Boden für Pflanzen lebensfeindlich.
- Kleine vegetationslose Vertiefungen entstehen auch, wenn die Vegetationsdecke durch Wildtiere abgefressen und zertreten wird. Elche äßen mit besonderer Vorliebe in Salzwiesen, besonders im Bereich, wo verstärkt salzhaltige Pflanzen wachsen. Durch die Huftritte entstehen kahle Flächen, auf denen vereinzelt der Queller siedelt.

Wahrscheinlich ist für die Entstehung der vegetationslosen Mulden eine Kombination mehrerer Faktoren verantwortlich. Größe und Tiefe der Mulden verringern sich im Laufe der Zeit, besonders wenn der Marschenboden weiterhin an Mächtigkeit zunimmt (vergl. PETHICK 1974). Durch das Vorhandensein dieser Vertiefungen in den Marschen wird auch die Vegetationszusammensetzung geprägt: die Gesellschaften sind an den Muldenrändern in konzentrischer Form angeordnet und gleichen in der Abfolge denen der Außenmarschen.

Die exogenen Einwirkungen auf die Seemarschen sind nicht nur negativer Art, sondern können die Pflanzendecke durchaus auch positiv beeinflussen:

- Spülsaumablagerungen aus organischem Material

werden bei Hochfluten auf den Salzwiesen abgelagert und wirken als Dünger. Nitrophile Therophytengesellschaften können sich in der Folge einstellen.

- Eine gleichmäßige Verteilung von Spülsaumablagerungen fördert den Wuchs von Salzwiesengesellschaften (z.B. *Spartina patens* - Gesellschaften).
- Von Sturmfluten verfrachtete Eisschollen lassen auf den Salzmarschen nach dem Abschmelzen größere Mengen Schlick zurück, der in eigentümlicher Form auf der Grasnarbe liegen bleibt.
- Durch Sturmfluten werden einzelne Rasenstücke auf die Salzwiesen gespült und manchmal von Ameisen als Hügel angenommen (vergl. SAEGBARTH 1966, SCHMEISKY 1977).

2. Physiognomie

Die Deckung der einzelnen Gesellschaften in den Salzwiesen variiert erheblich. In den strandnahen Initialausbildungen ist sie lückig, dagegen schließt sich die Vegetationsdecke auf den höher gelegenen Strandpartien in den Optimalausbildungen der eigentlichen Salzwiesen zunehmend.

An der Besiedlungsgrenze wachsen die Therophyten einzeln oder wie auch die perennierenden Halophyten in kleinen Gruppen, die sich bei höher wachsendem Boden zu inselhaften Vegetationsflecken zusammenschließen können. Darüber hinaus ändern sich die typischen, strandparallelen Vegetationszonen nicht nur mit der Höhe (s. Abb. 48 und Abb. 151 im Anhang), sondern auch regional je nach klimatischen Voraussetzungen und geographischer Breite und der sich damit wandelnden Florenzzusammensetzung. Die einzelnen Pflanzengesellschaften sind meist einschichtig, nur in der Übergangszone zweier be-

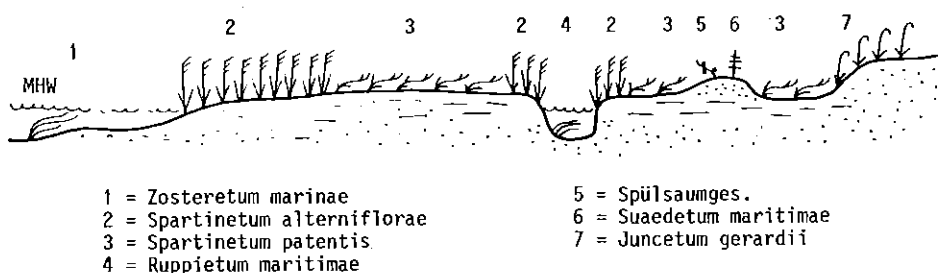


Abb. 48: Schematische Darstellung der Vegetationsverteilung in den Seemarschen bei Head Jeddore, Nova Scotia (10.8.1976)

nachbart wachsender Gesellschaften oder im *Juncetum gerardii* können zwei Schichten entwickelt sein.

Die Ausdehnung der Salzmarschengesellschaften ist unterschiedlich. Bestände des *Ranunculetum cymbalariae* z.B. können nur wenige Quadratdezimeter einnehmen, dagegen erreichen die Bestände von *Spartina alterniflora* und *Spartina patens* oft eine Ausdehnung von vielen Quadratkilometern.

Das Minimumareal der Gesellschaften wird in der Regel schon bei 1 m^2 erreicht, beim *Eleocharitetum parvulae* kann es sogar auf $1/2\text{ m}^2$ herabsinken.

Die Phytozönosen sind artenarm und zeichnen sich durch einen hohen Individuenreichtum aus. Die mittlere Artenzahl je Aufnahme variiert zwischen 1 und 5. Damit ist auf die Gesellschaften der Salzwiesen das 2. biozönotische Grundprinzip von THIENEMANN (1955) anwendbar.

Auffallend ist der späte Vegetationsbeginn in den Salzmarschen. Bis Ende April, Anfang Mai verharren die Halophyten in einer Winterruhe. Die Blühperiode verschiebt sich bis in den Herbst hinein, was sich besonders im späten Blühen des Strandflieders (*Limonium nashii*) zeigt.

Physiognomisch heben sich in den Seemarschen die Spülsaumablagerungen mit ihren Therophytengesellschaften besonders heraus.

Die Homogenität der einzelnen Gesellschaften ist in natürlichen Salzwiesen hoch.

3. Synchorologie

Entsprechend der großen geographischen Ausdehnung des ostkanadischen Untersuchungsgebietes variieren sowohl die einzelnen Gesellschaften als auch ihre

Kombination.

Im südwestlichen Bereich des bereisten Küstenabschnittes finden sich zahlmäßig nur wenige Phytozönosen, wohingegen auf Newfoundland die größte Vielfalt mit 20 verschiedenen Gesellschaften anzutreffen ist. Eine Ursache ist wohl darin zu sehen, daß sich gerade im Nordteil des untersuchten Gebietes temperate und boreale Elemente vermischen.

Ein weiterer Grund für die Verschiedenartigkeit des südlichen und nördlichen Untersuchungsgebietes ist mit Sicherheit auch in den durchaus unterschiedlichen ökologischen und geomorphologischen Voraussetzungen zu sehen. Im südlichen Bereich laufen Entwicklung und Veränderung der Vegetationszusammensetzung relativ ungestört ab, auf längere Sicht wirkt sich nur die Küstenabsenkung auf Ausdehnung und Zusammensetzung der Phytozönosen aus. Im Norden sind dagegen klimatische Einflüsse (z.B. Umformung des Bodens infolge Eisschubs) sehr viel gravierender für die Verbreitung der Marschengesellschaften.

Auch das Bild der jeweiligen Vegetationszonierung verändert sich von Norden nach Süden. In Nord-Newfoundland und Süd-Labrador werden die Salzwiesen von niedrigen *Puccinellia*-Beständen eingenommen, die mit ihren zahllosen Ausläufern einen dichten Rasen bilden. An der Besiedlungsgrenze zum Meer hin z.B. wächst in SW-Newfoundland der einjährige Queller (*Salicornia europaea* s.l.), in Newbrunswick sowie in Nova Scotia stellt sich in diesem Bereich hingegen das hochwüchsige Schlickgras (*Spartina alterniflora*) ein (s. Abb. 152 und 153 im Anhang).

Die Abbildung 49 auf der folgenden Seite zeigt eine grobe Übersicht von den 23 Assoziationen und 2 Gesellschaften der Seemarschen in den einzelnen ostkanadischen Provinzen oder Provinzteilen. Detaillierte Verbreitungskarten der Assoziationen finden sich jeweils bei den Beschreibungen der Phytozönosen.

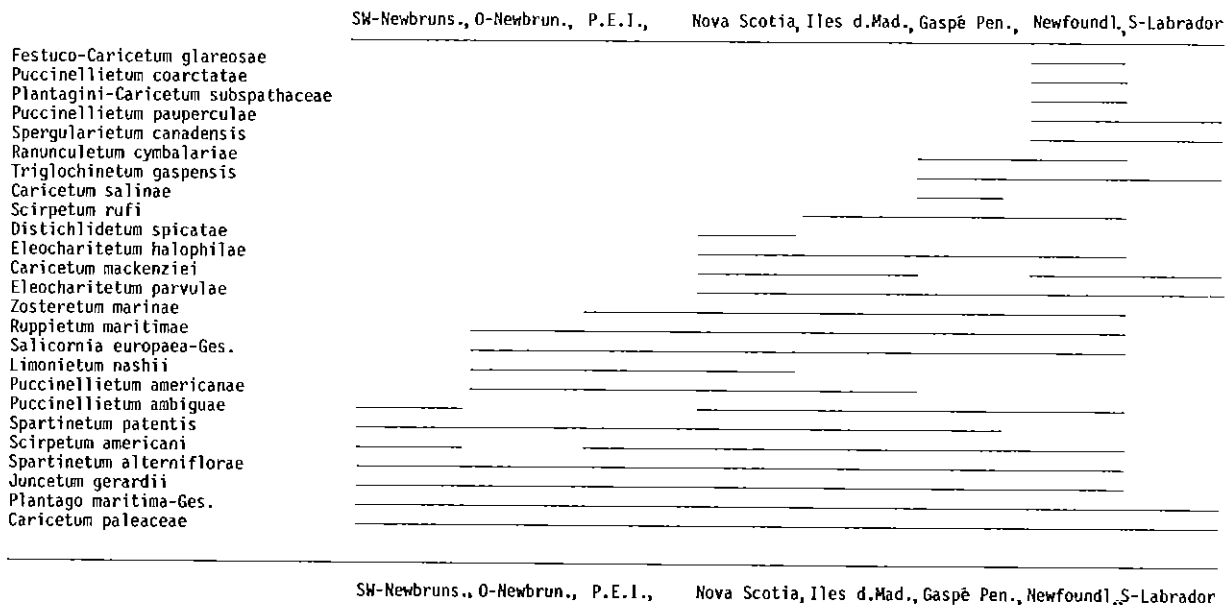


Abb. 49: Verbreitung der Salzwiesen-Gesellschaften in Ostkanada

4. Syndynamik

Die Seemarschen des ostkanadischen Untersuchungsgebietes sind vielfach nicht eingedeicht und daher natürlich Veränderungen unterworfen. Am augenfälligsten kann man diesen steten Wandel an den Pflanzengesellschaften beobachten, d.h., sie können einer ständigen Fluktuation unterworfen sein. Wenn diese dynamischen Prozesse auch nicht so kurzfristig vor sich gehen wie in den Küstendünen, so lassen sich doch schon Veränderungen innerhalb eines Jahres beobachten, auch wenn sich auffälligere floristische Verschiebungen natürlich meist erst nach einigen Jahren einstellen. Die Verhältnisse sind im einzelnen recht kompliziert: Der Wechsel der Pflanzengesellschaften erfolgt ja nicht nur durch eine rein allogene Sukzession, d.h. durch eine Beeinflussung von außen, sondern es kommen stets auch autogene Prozesse hinzu.

Exakte Angaben zur Syndynamik erfordern langfristige Untersuchungen an Dauerquadraten; derartige direkte Sukzessionsstudien stehen aus dem Untersuchungsgebiet noch aus. Mit der notwendigen Vorsicht und eingeschränkter Zuverlässigkeit lassen sich jedoch auch indirekt, aus einem sorgfältigen Studium von Zonationsreihen, Rückschlüsse auf Sukzessionen ziehen. Im einzelnen wird dies jeweils bei der Besprechung der Gesellschaften detaillier-

ter dargestellt und durch Schemata charakteristischer Zonationen (s. z.B. p. 64) beispielhaft erläutert werden.

Allgemein läßt sich - mit abnehmender Überflutungsdauer und abnehmendem Salzgehalt der Böden - die folgende Grobzonierung darstellen:

Die Besiedlung des Watts erfolgt bereits auf Flächen, die auch bei Ebbe normalerweise unter Wasser bleiben. Die am weitesten seewärts liegenden Watten werden von *Zostera marina* - Beständen eingenommen.

Im Bereich um die Springtide-Niedrigwasserzone reichen die Trockenzeiten zwischen den Tiden für eine Besiedlung durch *Salicornia europaea* aus. In Ostkanada spielt der schlickfangende Queller jedoch nicht eine so große Rolle wie an den europäischen Küsten. An den südlicher gelegenen Küsten des Untersuchungsgebietes wird diese Ponierzone an der Land-Heer-Grenze auch von *Spartina alterniflora* eingenommen. Die Verbreitung dieser Art in diesem Bereich hat sowohl ökologische als auch florenge-schichtliche Ursachen.

Mit zunehmendem Herauswachsen des Marschenbodens aus dem Tidenbereich werden die Phytozönosen artenreicher, es stellen sich mit der gleichzeitig ablaufenden Aussüßung auch weniger salztolerante Arten ein. Die höhergelegenen Salzwiesenbestände sind

Dauergesellschaften, solange der Einfluß des Salzwassers noch stark genug ist, um Bodenreifung und Vegetationsentwicklung in Grenzen zu halten (Abb. 151 im Anhang).

Bei der Wattgewinnung spielen Diatomeen, Grün- und Blaualgen eine gewisse Rolle. Besonders die Kieselalgen haben die Fähigkeit, durch Abscheidung einer Schleimschicht die Sinkstoffe zu verkleben.

Mit der Abnahme der Überflutungshäufigkeit und -dauer stellen sich im nördlichen Untersuchungsgebiet das *Puccinellietum pauperculae*, das *Triglochinietum gaspensis*, das *Plantagini-Caricetum subspathaceae*, das *Scirpetum rufi* und das *Caricetum mackenziei* ein. Im südlichen Teil des Untersuchungsgebietes folgen oberhalb des *Spartinetum alterniflorae* das *Spartinetum patentis*, das *Puccinellietum americanae* und das *Scirpetum americanum* (vergl. Abb. 53, p. 51).

Bei weiterer Substraterhöhung wandern die jeweiligen Pflanzengesellschaften unter Beibehaltung ihrer Zonierungsabfolge weiter seewärts.

5. Synökologie

Auf die Klimaabhängigkeit der Gesellschaften und auf die Unterschiede, die sich aufgrund der großen geographischen Ausdehnung des hier vorgestellten Gebietes ergeben, wurde schon auf p. 45 f. kurz verwiesen. Daher soll im folgenden mehr auf bodenchemische Ursachen eingegangen werden.

Beim Zusammenwirken von Versalzung und Aussüßung verursacht die Überflutungshäufigkeit während der Vegetationsperiode als auffälligster Faktor die Zusammensetzung und Zonierung der Pflanzengesellschaften in den Seemarschen (vergl. Abb. 50 sowie Abb. 151 im Anhang).

Der Chloridgehalt im Boden nimmt bei zunehmender Höhe über NN und entsprechend abnehmender Überflu-

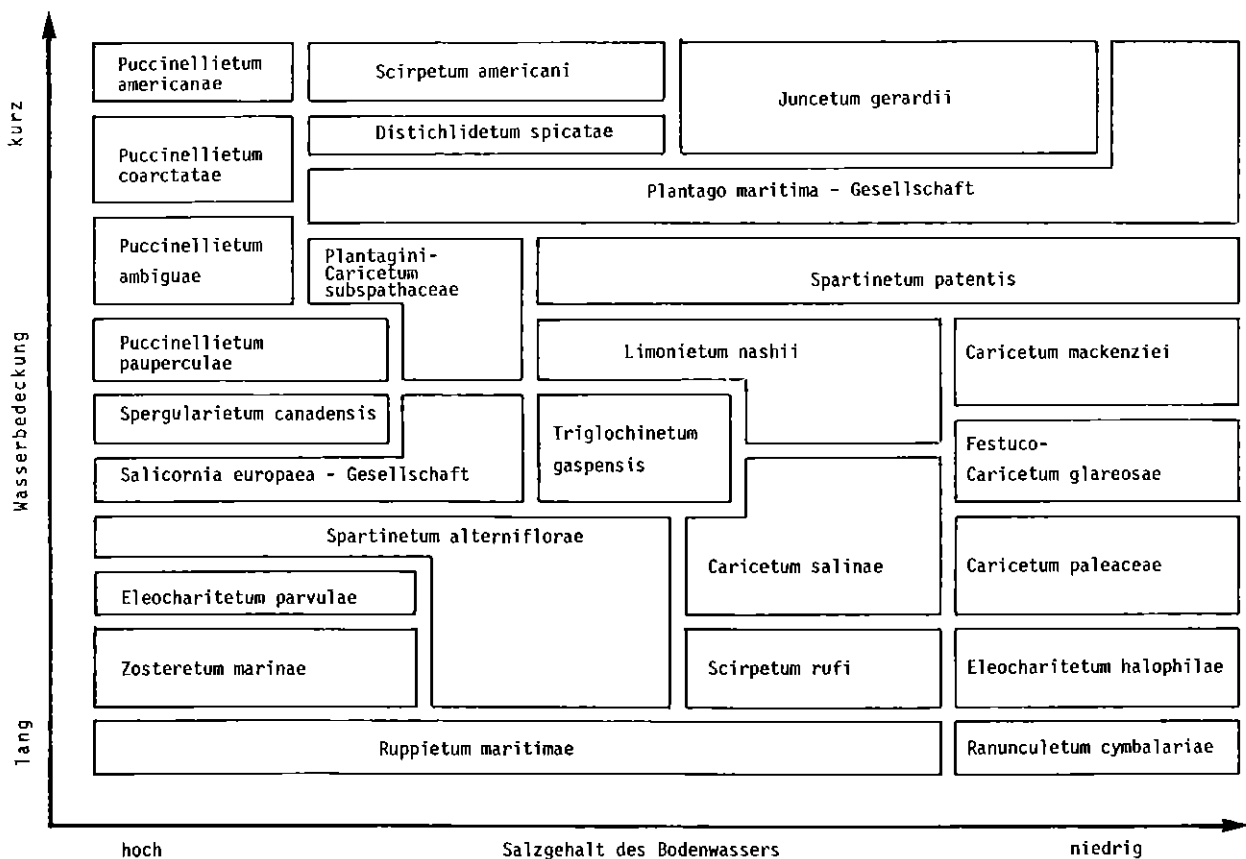


Abb. 50: Ökologisches Diagramm der Salzwiesen-Gesellschaften Ostkanadas

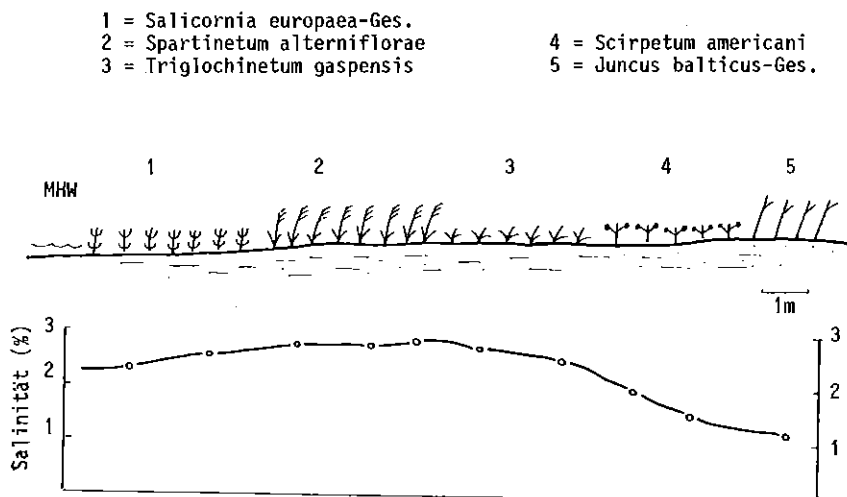


Abb. 51 : Schematischer Querschnitt durch die Salzwiesen (Verteilung der Pflanzengesellschaften und der Salinitätswerte im Bodenwasser) bei Stephenville Crossing, Newfoundland (7.9.78)

tungshäufigkeit ab, wie punktuelle Messungen in den Gesellschaften zeigen (s. Abb. 51). Die Chloridkonzentration in den Seewiesen wird beeinflusst durch Überflutungsdauer, Niederschlag, Evapotranspiration und Beweidung. Starke Salzkonzentration beeinträchtigt die Vegetation unmittelbar. Wegen der hohen Niederschlagssummen sind jedoch vegetationslose Vertiefungen (s. p. 43 f.) in Ostkanada relativ selten. In derartigen Salzpfannen auf der Gaspé Peninsula wurde von LIETH (1964) eine Salzkonzentration von 8 % festgestellt. Bei eigenen Messungen auf Newfoundland wurden hingegen nie Werte erreicht, die über 3,5 % hinausgingen. Für das Verteilungsmuster und die Zonierung der Pflanzengesellschaften in den Salzwiesen ist demnach nicht nur die Höhe der Chloridkonzentration verantwortlich, sondern der Faktor Wasser dürfte eine ebenso wichtige Rolle spielen (vergl. SCHMEISKY 1974).

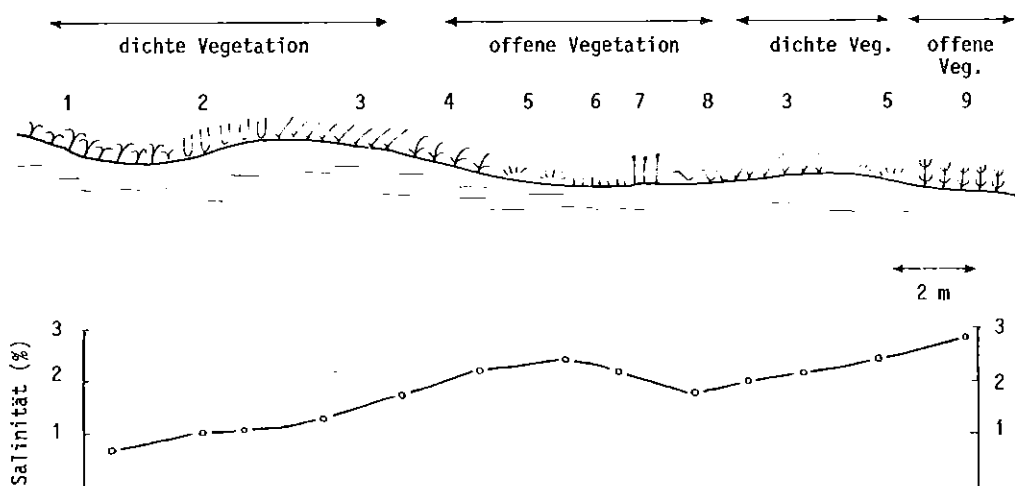
Da die Salinität in erster Linie vom Meerwasser geprägt wird, wurde der Chloridgehalt entsprechend in der Bodenlösung gemessen. Die Salinität variiert im Gulf of St. Lawrence zwischen 2,5 und 3,3 % (STEVEN et al. 1971); im Wattbereich des gleichen Gebietes reichen die Werte von 1,6 bis 3,5 % (STEPHENSON 1954). Im St. Lawrence River sinken die Salinitätswerte auf 0,2 bis 1,8 % (GAUTHIER et LAVOIE 1973). Der Salzgehalt des Wassers an der Küste von N-Newfoundland lag bei Messungen im September 1978 bei 2,4 bis 2,8 %.

Ökologische Vegetationsuntersuchungen haben gezeigt, daß gelegentlich ausgeführte Messungen weniger aussagekräftig sind als Untersuchungen, die über die gesamte Vegetationsperiode hin durchgeführt werden. Die in Ostkanada bei gelegentlichen Messungen gewonnenen Werte können somit also nur einen allgemeinen Trend andeuten, zumal die Messungen, wie z.B. in Newfoundland, im Spätsommer (7. und 8. 9.) durchgeführt wurden. Zu diesem Zeitpunkt waren die Chloridkonzentrationen infolge der vorausgegangenen Niederschläge niedriger als üblich (vergl. LIETH 1964, PATRIQUIN and KEDDY 1978). Während der kurzen Beobachtungszeiträume konnten auch keine Veränderungen festgestellt werden. Im Sommer werden jedoch höchstwahrscheinlich infolge der erhöhten Evapotranspiration des Bodens auch höhere Salzkonzentrationen auftreten.

An allen untersuchten Orten wurden die Salinitätswerte oberhalb der MTNW-Linie gewonnen (vergl. Abb. 51 und 52). Auffallend ist die wieder erhöhte Chloridkonzentration in strandferneren Vertiefungen, wohl ebenfalls eine Folge erhöhter Evapotranspiration.

Da die jungen, kalkreichen Marschenböden einer periodischen Vernässung unterliegen, kann man sie den echten Gleyen (Grundwasserböden) zurechnen. Das Ausgangsmaterial ist Schlack, der aus sedimentiertem Ton und feinsten organischen Teilchen mit viel Wasser besteht. Infolge der dichten Lagerung, des Reichtums an Detritus und des O₂-Mangels setzt eine

- | | |
|-----------------------------------------------|--------------------------------------|
| 1 = <i>Caricetum mackenziei</i> | 6 = <i>Eleocharitetum parvulae</i> |
| 2 = <i>Scirpetum rufi</i> | 7 = <i>Eleocharitetum halophilae</i> |
| 3 = <i>Plantagini-Caricetum subspathaceae</i> | 8 = <i>Ranunculetum cymbalariae</i> |
| 4 = <i>Triglochinietum gaspensis</i> | 9 = <i>Salicornia europaea</i> -Ges. |
| 5 = <i>Puccinellietum pauperulae</i> | |



- | | |
|-----------------------------------------------|--------------------------------------|
| 1 = <i>Scirpetum rufi</i> | 4 = <i>Puccinellietum pauperulae</i> |
| 2 = <i>Plantagini-Caricetum subspathaceae</i> | 5 = <i>Salicornia europaea</i> -Ges. |
| 3 = <i>Triglochinietum gaspensis</i> | |

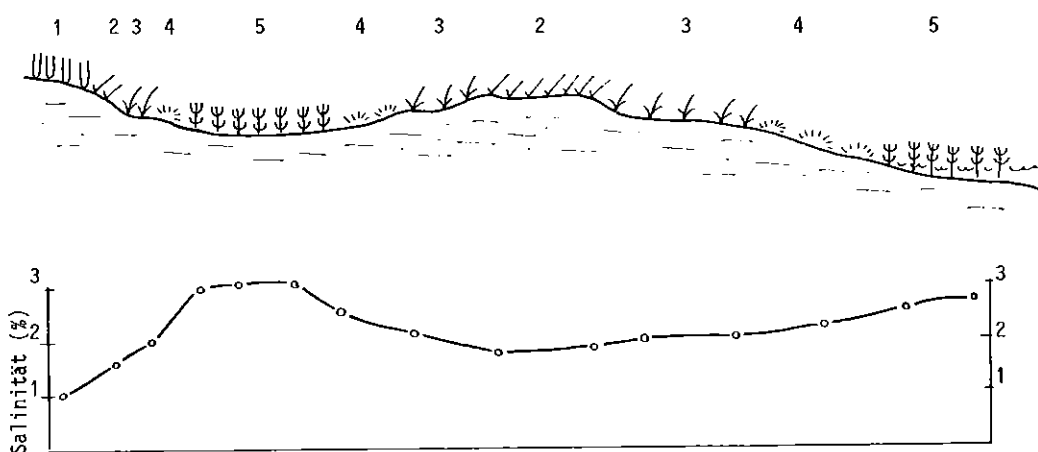


Abb. 52 : Schematische Darstellungen der Vegetationsanordnung einschl. der Verteilung der Salinität (Prozentwerte im Bodenwasser) in den Seemarschen bei St. Paul, Newfoundland (8.9.1978)

lebhaft FeS-Bildung ein (typische dunkle Verfärbung des Bodens schon in oberflächennahen Schichten). Kommt dieser Schlick wiederum mit Sauerstoff in Berührung, tritt eine sofortige Umwandlung des Eisensulfids zu Fe_2O_3 ein, wodurch die obere, 1 - 2 cm mächtige Schicht braungrau wird. Wird der junge Marschenboden nicht mehr bei jeder Flut überspült, nimmt der ständig oxydierte Horizont an Mächtigkeit zu.

Ein charakteristisches Merkmal der Bodenprofile ist die Bänderung: Ton- und Sandschichten wechseln mit Humuslagen ab. In der Regel besteht diese Humusschicht aus einem schlammigen oder festen Rohhumus.

In den Salzwiesen wird zuweilen eine 5 - 10 cm mächtige, gut durchwurzelte Torfschicht angetroffen.

Weder die Entwicklung noch die Klassifizierung der Marschenböden sind bislang vollständig geklärt. MÖLLER hat sich 1970 mit den verschiedenen Lehrmeinungen zu diesem Thema ausführlich auseinandergesetzt.

Die petrographische Zusammensetzung des Marschenbodens ist örtlich verschieden; die groben Sedimente befinden sich in den äußeren Bereichen der Seemarschen, wo die Gezeitenströme und Flußströmungen sich stärker bemerkbar machen. Die Korngröße der Sedimente nimmt ab, je ruhiger die Wasserführung ist, so daß in stillen Buchten ein schlackiger Boden vorherrscht.

Die sedimentierten Bestandteile können aus anorganischem Material von grobem Sand bis zu feinem Ton bestehen, das etwa 7 - 10 % Kalk (Muschelschill und Foraminiferen) und 5 - 10 % pflanzliche Substanz enthält. Reste der Meeresfauna sowie gelöste Phosphate und Stickstoffverbindungen, die größtenteils von den verunreinigten Flüssen angeliefert worden sind, kommen fein verteilt im Marschenboden vor. Der Anteil des organischen Materials im Marschklei ist in Ostkanada geringer als an den europäischen Küsten (SCHOTT 1955).

Die Salzmarschen sind ein von der Basenverfügbarkeit her günstiger Lebensraum, weil große Mengen organischer Substanz sowie eine hohe Konzentration gelöster Nährstoffe (Eisen, Kalk, Phosphat und Stickstoff) durch die Flut angeschwemmt werden (TEAL and TEAL 1969). Auch durch die Flüsse werden größere Mengen an Nährstoffen angeliefert, wie der starke Biomasse-Anteil gerade im Bereich von Flußdeltas und Lagunen anzeigt.

Die Wasserstoffionenkonzentration in den Schlickbö-

den der Salzwiesen auf N-Newfoundland zeigte nur kleine Schwankungsbreiten; die Werte lagen durchweg im schwach sauren Bereich (pH 5 - 7), ohne daß sich jedoch für die einzelnen Standorte klare Gesetzmäßigkeiten erkennen ließen. Einige Autoren (z. B. KRISTIANSEN 1978), die pH-Untersuchungen in den Seemarschen vornahmen, nehmen daher auch an, daß der pH für die Vegetationszonierung so gut wie keine Bedeutung hat. So stellte GRANDTNER (1975) bei Messungen im Parc Forillon (Gaspé Peninsula) bei Halophyten pH-Werte von 4,2 bis 6,8 fest.

Die Überflutungen und der Salzgehalt des Hochwassers bzw. Bodenwassers sind in erster Linie für die unterschiedliche Artenzusammensetzung und damit z.T. auch für die Zonierung der Salzwiesenvegetation verantwortlich. In der schematischen Darstellung der Vegetationszonen in den ostkanadischen Seemarschen (Abb. 53, p. 51) werden die wichtigsten ökologischen Faktoren in ihren Auswirkungen auf die Vegetationszusammensetzung skizziert.

Wesentlich scheinen u.a. die Wurzelprofile der verschiedenen Halophyten zu sein. GRANDTNER (1967) stellte fest, daß *Juncus gerardi* und *Glaux maritima* mit ihren Wurzeln salzhaltigere Bodenlösungen aus tieferen Horizonten saugen. Die beiden nur geringe Salzwerte ertragenden Ökotypen von *Agrostis stolonifera* und *Festuca rubra* dagegen wurzeln flach und bleiben somit in den höheren Bodenschichten in einem Bereich mit durchschnittlich geringerer Salzkonzentration.

Nach KREEB (1974) sollte man Halophyten und Nichtalophyten unterscheiden und den Terminus 'Glykophyten' nicht verwenden. Der Begriff 'salzfliehend' ist, streng genommen, nicht korrekt, weil unter den Nichtalophyten salztolerante Arten vorkommen, etwa die Gerste.

Die Halophyten kann man nach FUKAREK (1969) und WAISEL (1972) einteilen in:

- salzbenötigende Arten (z.B. *Salicornia europaea*)
- salzvorzugende Arten (z.B. *Puccinellia paupercula*)
- salzertragende Arten (z.B. *Scirpus rufus*)
- salztolerante Arten (z.B. *Triglochin maritima*)

Die Halophyten reagieren unterschiedlich auf die Stärke der Salinität während der Vegetationsperiode; so kann während der Keimungsphase höherer Salzgehalt ein begrenzender ökologischer Faktor sein (SCHRATZ 1936, ADRIAMI 1958). Zum Beispiel haben Untersuchungen von EIGNER (1973) ergeben, daß mit zunehmender Meersalzkonzentration eine klare Abnahme der Keimungsfähigkeit bei *Plantago maritima* besteht.

Die hohe Durchsetzungsfähigkeit der Halophyten wird durch die geringe Zahl der Konkurrenten und die breite spezifische Salz- und Überflutungsverträglich-

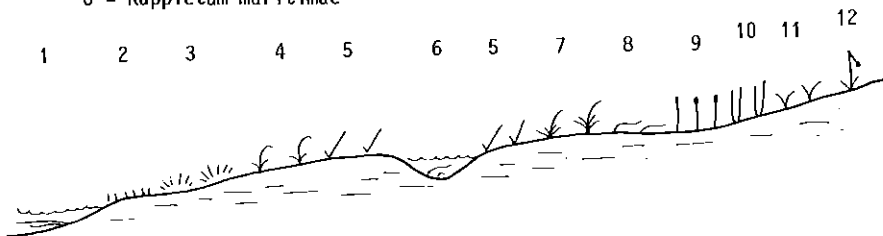
lichkeitsamplitude bestimmt (vergl. WEIHE 1963). Die landwärts höher gelegenen Partien der Salzmarschen werden nur sehr unregelmäßig überflutet, dafür aber oft durch Spritzwasser beeinflusst. Die obere Grenze der Salzwiesen wird durch das gänzliche Fehlen oder das geringe Vorkommen der Halophyten gekennzeichnet. Sie pendelt innerhalb jener Zone, die durch extremes Hochwasser bei

Sturmfluten und Springtidenhochwasser erreicht wird und ist durch Spülsaumablagerungen erkenntlich.

Salzwiesen mit den gleichen halophilen Gesellschaften können jedoch auch dort noch hinter Kies- und Geröllstrandwällen entstehen, wo das Meerwasser durch den Untergrund hochsteigt.

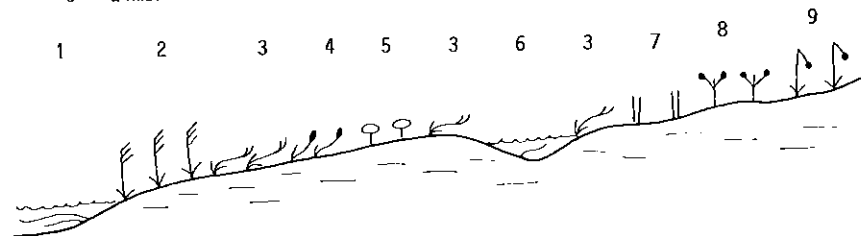
NEWFOUNDLAND

- | | |
|-----------------------------------------------|--------------------------------------|
| 1 = <i>Zosteretum marinae</i> | 7 = <i>Plantago maritima</i> -Ges. |
| 2 = <i>Eleocharitetum parvulae</i> | 8 = <i>Ranunculetum cymbalariae</i> |
| 3 = <i>Puccinellietum pauperulae</i> | 9 = <i>Eleocharitetum halophilae</i> |
| 4 = <i>Triglochinietum gaspensis</i> | 10 = <i>Scirpetum rufi</i> |
| 5 = <i>Plantagini-Caricetum subspathaceae</i> | 11 = <i>Caricetum mackenziei</i> |
| 6 = <i>Ruppitetum maritimae</i> | 12 = <i>Caricetum paleaceae</i> |



NOVA SCOTIA

- | | |
|--------------------------------------|--------------------------------------|
| 1 = <i>Zosteretum marinae</i> | 6 = <i>Ruppitetum maritimae</i> |
| 2 = <i>Spartinetum alterniflorae</i> | 7 = <i>Puccinellietum americanae</i> |
| 3 = <i>Spartinetum patentis</i> | 8 = <i>Scirpetum americanum</i> |
| 4 = <i>Distichlidetum spicatae</i> | 9 = <i>Caricetum paleaceae</i> |
| 5 = <i>Limonietum nashii</i> | |



- | | |
|---|----------------------------------------------|
| → | abnehmende Überflutung |
| → | abnehmender Salzgehalt |
| → | abnehmende Überschlickung |
| → | abnehmende Nährstoffzufuhr |
| → | abnehmende Eiserosion |
| → | abnehmender Biomassenanteil |
| → | abnehmende biotische Schäden |
| → | zunehmender Aufstieg kapillaren Brackwassers |
| → | zunehmender Zustrom süßen Oberflächenwassers |
| → | zunehmende Versauerung |
| → | zunehmende Bodenaustrocknung |
| → | zunehmende Bodenbildung |

Abb. 53 : Schematische Darstellung der Vegetationszonierung in den ostkanadischen Seemarschen auf Newfoundland und Nova Scotia

Tab. 2 : Stetigkeitstabelle zur Klassifikation der ostkanadischen Salzwiesen

Klasse: Juncetea maritimi Br.-B1. 1931

Ordnung: Glauco-Puccinellietalia Beefink et Westhoff 1962 (Syn.: Spergularietalia canadensis Knapp 1964)

Verband: Puccinellion pauperculae all.nov. → Armerion maritimae Br.-B1. et De Leeuw 1936

Nr. d. Ass.-bzw. Ges.:	1	2	3	4	5	6	7	8	10	11	12	13	14	15	16	17
Zahl d. Aufnahmen:	14	33	23	28	16	18	6	57	5	29	16	28	6	15	17	45

Kennarten d. Ass.:

Spargularia canadensis	V ³⁻⁵	II ¹⁻³	I ¹⁻¹	I ¹⁻¹	IV ¹⁻³	I ¹	II ¹	I ¹⁺¹	.	.	.	.	.	.	.	.
Puccinellia paupercula	II ¹⁻²	V ³⁻⁵	II ¹⁻¹	II ¹⁻¹	.	II ¹⁻²	.	II ¹⁺³	II ¹	I ¹	I ¹	.	II ¹⁻¹	.	.	I ¹⁻²
Triglochin gaspense	.	I ¹⁻¹	V ³⁻⁵	III ¹⁺²	+	+	.	+	II ¹⁻²	+	.	.	.	.	.	.
Carex subspatheae	.	+	I ¹	V ⁴⁻⁵	V ⁴⁻⁵	V ³⁻⁵	.	.	.	III ¹⁺³	.	I ¹⁺¹	.	.	I ¹⁻¹	I ¹⁻²
Puccinellia ambigua	.	.	I ¹	II ¹⁻³	I ¹⁻¹	V ³⁻⁵	.	.	.	II ¹⁺²	I ¹	I ¹⁺¹	.	.	I ¹⁻¹	I ¹⁻²
Ranunculus cymbalaria	.	.	.	.	.	.	.	.	V ⁴⁻⁵	II ¹⁻²	I ¹	I ¹	I ¹	I ¹	I ¹⁻¹	I ¹⁻²
Puccinellia coarctata	.	.	.	.	.	.	.	.	V ⁴⁻⁵	II ¹⁻²	I ¹	I ¹	I ¹	I ¹	I ¹⁻¹	I ¹⁻²
Potentilla egedii	.	.	.	.	.	.	.	.	I ¹	V ³⁻⁵	+	I ¹⁺¹	.	.	.	.
Carex salina	.	.	.	.	.	II ¹⁻³	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Eleocharis halophila	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Carex mackenziei	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Carex paleacea	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Carex glauca	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Scirpus americanus	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Scirpus rufus	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Juncus gerardii	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.

Kennarten d. höh. Einheiten:

Plantago maritima	II ¹⁻¹	IV ¹⁻²	IV ¹⁻³	V ¹⁻³	V ¹⁻²	III ¹⁻²	III ¹	V ⁴⁻⁵	IV ¹⁻²	IV ¹⁻²	IV ¹⁻²	IV ¹⁻²	IV ¹⁻²	IV ¹⁻²	IV ¹⁻²	IV ¹⁻²
Triglochin maritima	.	.	I ¹⁻¹	II ¹⁻¹	II ¹⁻¹	.	.	+	II ¹⁻²	II ¹⁻¹	II ¹⁻¹	II ¹⁻¹	II ¹⁻¹	II ¹⁻¹	II ¹⁻¹	II ¹⁻¹
Glaux maritima	.	.	II ¹⁻¹	I ¹⁻¹	III ¹⁻²	.	.	+	IV ¹⁻²	IV ¹⁻²	IV ¹⁻²	IV ¹⁻²	IV ¹⁻²	IV ¹⁻²	IV ¹⁻²	IV ¹⁻²
Stellaria humifusa	.	.	.	II ¹⁻²	II ¹⁻²	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.

Begleiter:

Salicornia europaea	+	II ¹⁻²	I ¹⁻¹	III ¹⁻¹	II ¹⁻¹	II ¹⁻¹	.	I ¹⁻²	.	.	.	.	.	.	.	.
Agrostis stolonifera	.	.	+	.	.	II ¹⁻²	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Spartina patens	.	.	.	+	+	.	.	I ¹⁻²	.	.	.	.	.	.	.	.
Festuca rubra agg.	.	.	.	+	II ¹⁻²	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Spartina alterniflora	.	.	.	I ¹⁺¹	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Atriplex spec.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Limonium nashii	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Suaeda maritima ssp. mar.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Solidago sempervirens	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Eleocharis parvula	I ¹⁻¹	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Cochlearia officinalis	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Triglochin palustre	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Galium palustre	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Puccinellia americana	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Juncus balticus	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.

- 1 = Spargularietum canadensis
- 2 = Puccinellietum pauperculae
- 3 = Triglochinietum gaspensis
- 4 = Plantagini-Caricetum subspatheae
- 5 = Puccinellietum ambiguae
- 6 = Ranunculetum cymbalariae
- 7 = Puccinellietum coarctatae
- 8 = Plantago maritima - Gesellschaft
- 9 = Potentillietum egedii
- 10 = Caricetum salinae
- 11 = Eleocharitetum halophilae
- 12 = Caricetum mackenziei
- 13 = Caricetum paleaceae
- 14 = Festuco-Caricetum glareosae
- 15 = Scirpetum americanum
- 16 = Scirpetum rufum
- 17 = Juncetum gerardii

6. Synsystematik (vergl. Tab. 1 und 2)

Im ostkanadischen Untersuchungsgebiet konnten 23 Assoziationen und 2 Gesellschaften auf Seemarschen beobachtet werden. Als neue Vegetationseinheiten konnten davon 9 Assoziationen mit 20 Subassoziationen beschrieben und mit Tabellen belegt werden. Die Vegetationseinheiten gehören 6 Klassen an, wobei die Assoziationen *Zosteretum marinae*, *Ruppium maritima*, *Eleocharitetum parvulae* und die *Salicornia europaea*-Gesellschaft die einzigen Gesellschaften der jeweiligen Klasse im Untersuchungsgebiet darstellen und sämtlich nicht auf den ostkanadischen Raum beschränkt bleiben (Tab. 1). Die Klasse *Spartinetum* setzt sich im Untersuchungsgebiet zusammen aus 1 Ordnung, 2 Verbänden und 5 Assoziationen mit 9 Subassoziationen und 5 Varianten. Diese Phytozönosen sind zum größten Teil auf den nordamerikanischen Kontinent beschränkt (Tab. 1, 5 - 9).

In Tabelle 2 wurden Einheiten zusammengefaßt, die zunächst der Klasse *Juncetum maritimi* Br.-Bl. 1931 zugeteilt wurden. Das Hauptverbreitungsgebiet dieser Klasse liegt an den Küsten Süd- und Mitteleuropas; in Ostkanada ist sie nicht gut ausgebildet. Die Aufstellung einer eigenen Klasse erscheint nach dem gegenwärtigen Kenntnisstand jedoch nicht als sinnvoll. In den Spalten 1 - 8 der Tabelle 2 wurden 6 Assoziationen und 1 Gesellschaft, die auf Nordamerika beschränkt bleiben, zusammengefaßt und in einen neuen Verband, *Puccinellion pauper-culae* all. nov., gestellt. In den Spalten 8 - 16 finden sich 9 Assoziationen, die zum größten Teil auch in Europa vorkommen. Sie wurden provisorisch dem Verband *Armerion mariti-*

mae zugeordnet, da eine klare Aussage über ihre Einordnung in höhere Einheiten gegenwärtig noch nicht möglich ist.

Alle Phytozönosen in Tabelle 2 wurden zur Ordnung *Glaucopuccinellietalia* Bееftink et Westh. 1962 (syn.: *Spergularietalia canadensis* Knapp 1964) gestellt. Die floristische Zusammensetzung der Gesellschaften läßt die Aufstellung einer eigenen, auf den Ostteil N-Amerikas beschränkten Ordnung nicht gerechtfertigt erscheinen.

Von anderen Salzwiesen-Gesellschaften liegt nicht genug Aufnahmematerial vor, um eine exakte pflanzensoziologische Zuordnung zu treffen. Daher wurden sie als ranglose Einheiten behandelt (z.B. die *Agrostis stolonifera*-Gesellschaft, die *Festuca rubra*-Gesellschaft, die *Spartina pectinata*-Gesellschaft und die *Juncus balticus*-Gesellschaft).

Eine genaue Bestimmung des in Ostkanada gesammelten und herbarisierten Materials von *Agrostis stolonifera* und *Festuca rubra* konnte auch von Spezialisten leider nicht durchgeführt werden. Eine Abklärung taxonomischer Fragen und Unsicherheiten ist jedoch die wesentlichste Voraussetzung bei der Erfassung pflanzensoziologischer Einheiten auf überregionaler Ebene.

Von der Aufstellung einer eigenen Assoziation *Glaucetum maritima* Dahl et Hadac 1941 wurde abgesehen, da *Glaux maritima*-Bestände wohl nur Ausbildungsformen der angrenzenden Assoziationen darstellen.

7. Kartierung einiger Salzwiesen

Um die Vielfältigkeit der Salzwiesen-Vegetation zu dokumentieren, wurden in einigen gut entwickelten

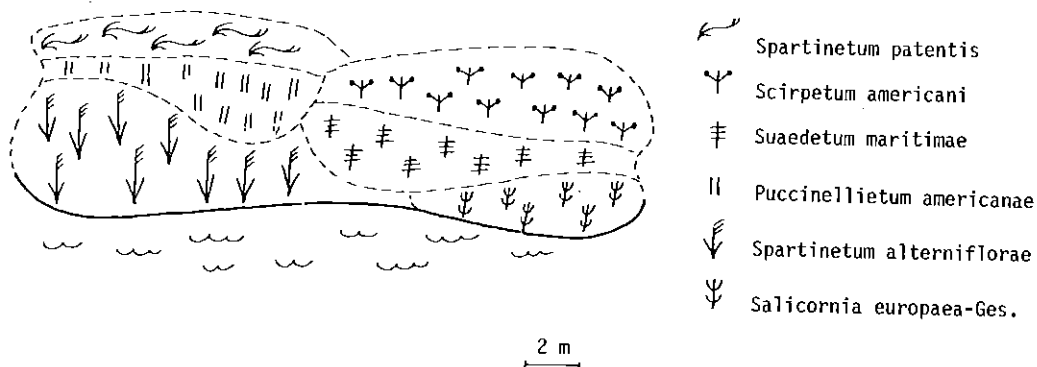


Abb. 54: Vegetationsverteilung in einer Salzwiese bei Rossway, Nova Scotia (14.8.1976)

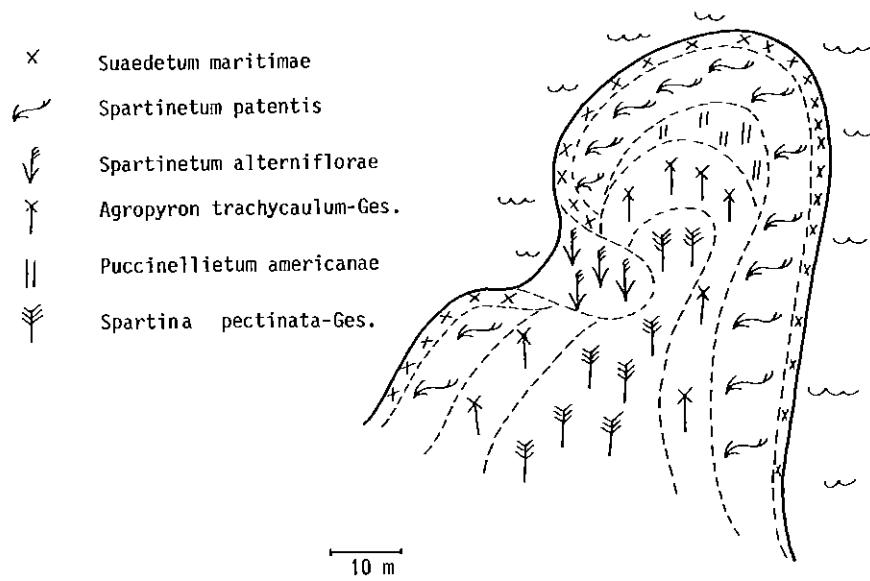


Abb. 55 : Vegetationsverteilung in den Seemarschen bei College Bridge, New Brunswick (25.8.1976)

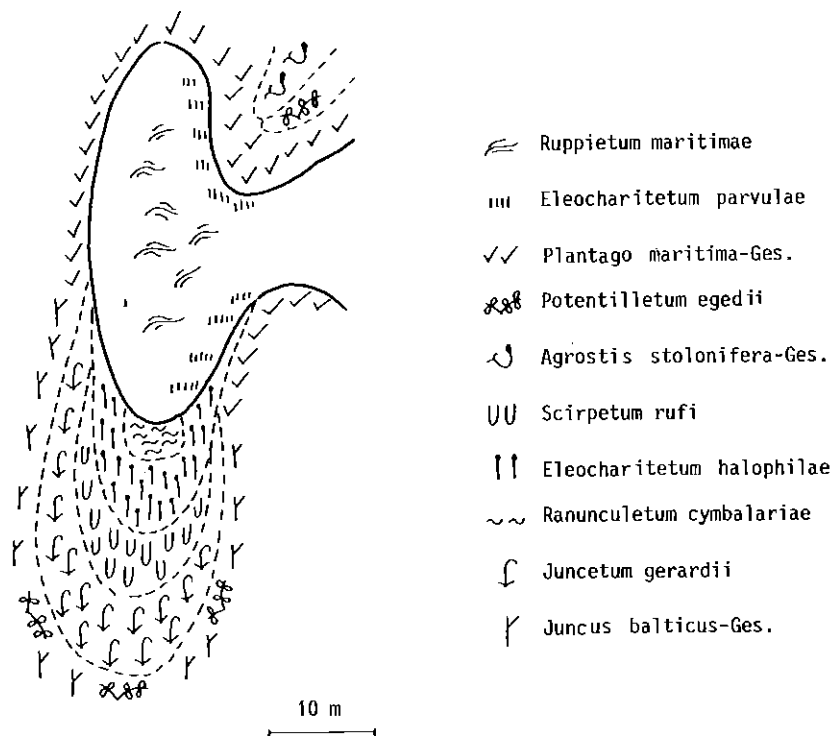


Abb. 56 : Vegetationszonierung an einer Lagune in den Salzmarschen bei Stephenville Crossing, Newfoundland (7. 8. 1976)

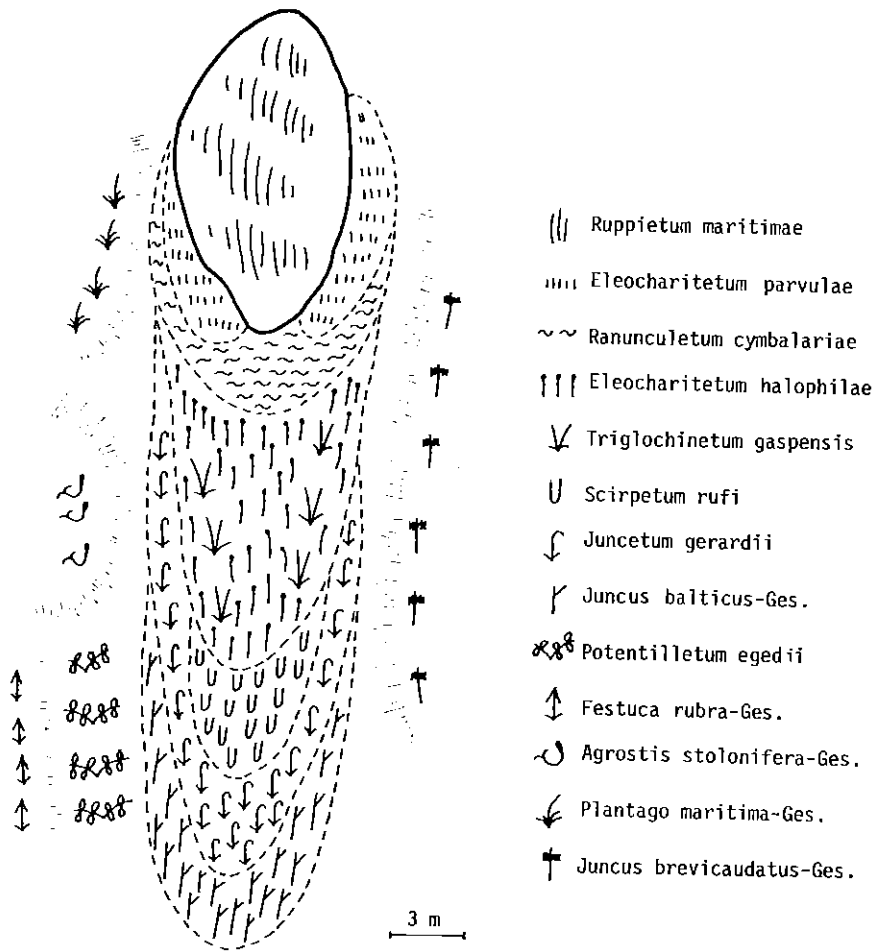


Abb. 57 : Vegetationsverteilung in einer Salzwiese der Bonne Bay bei Gleanburnie, Newfoundland (1. 8.1976)

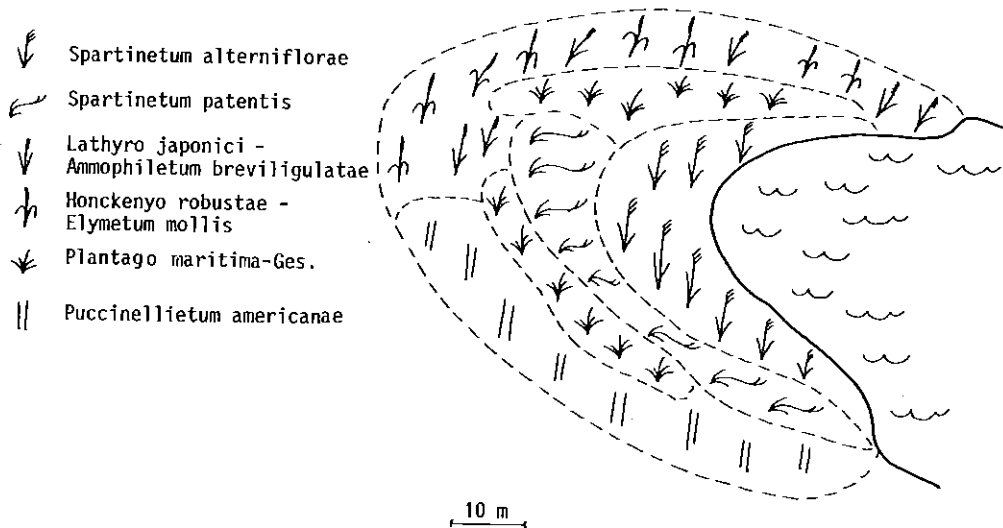


Abb. 58 : Vegetationszonierung bei Lamèque, New Brunswick (24.8.1976)

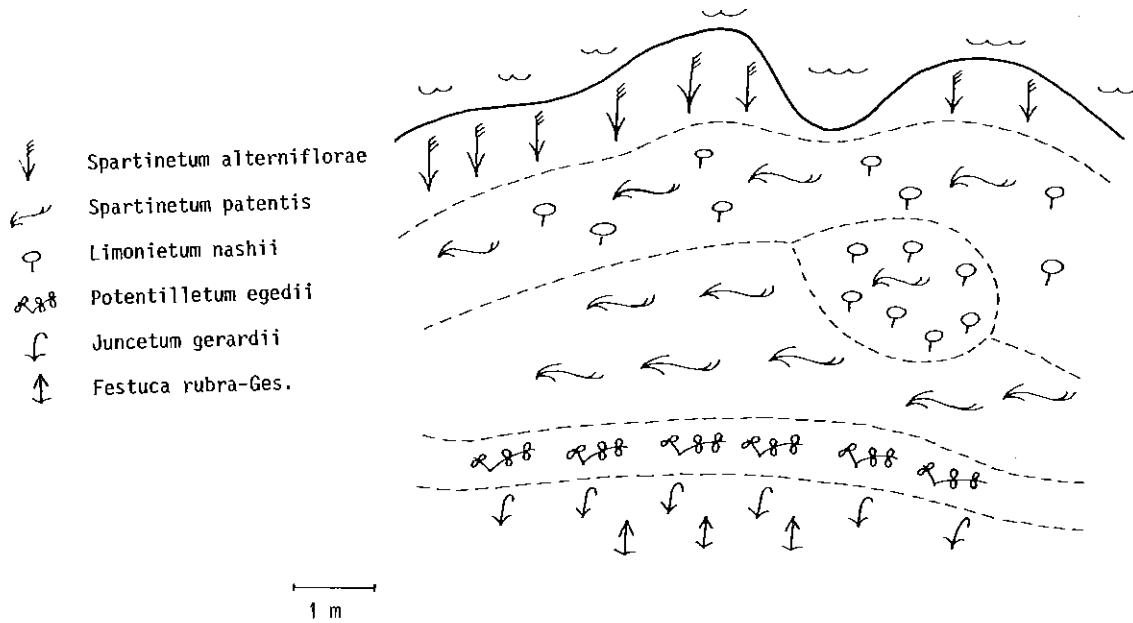


Abb. 59 : Das Vorkommen der Pflanzengesellschaften in einer Salzwiese an der Tracadie Bay, Prince Edward Island (27.8.1976)

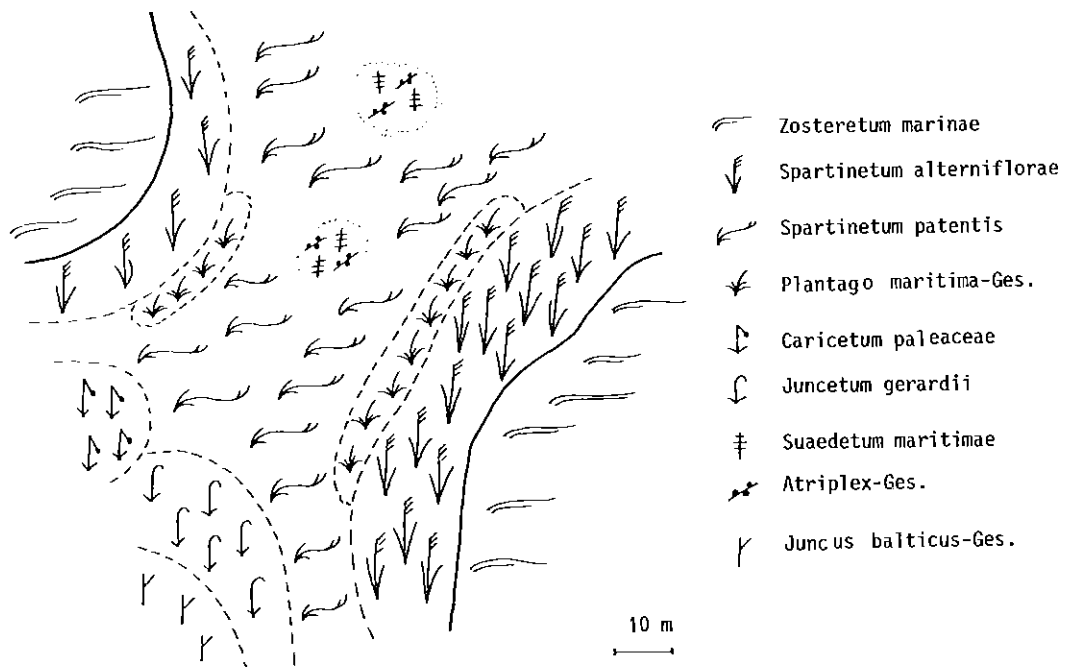


Abb. 60 : Vegetationsverteilung in den Seemarschen bei Head Jeddore, Nova Scotia (1976)

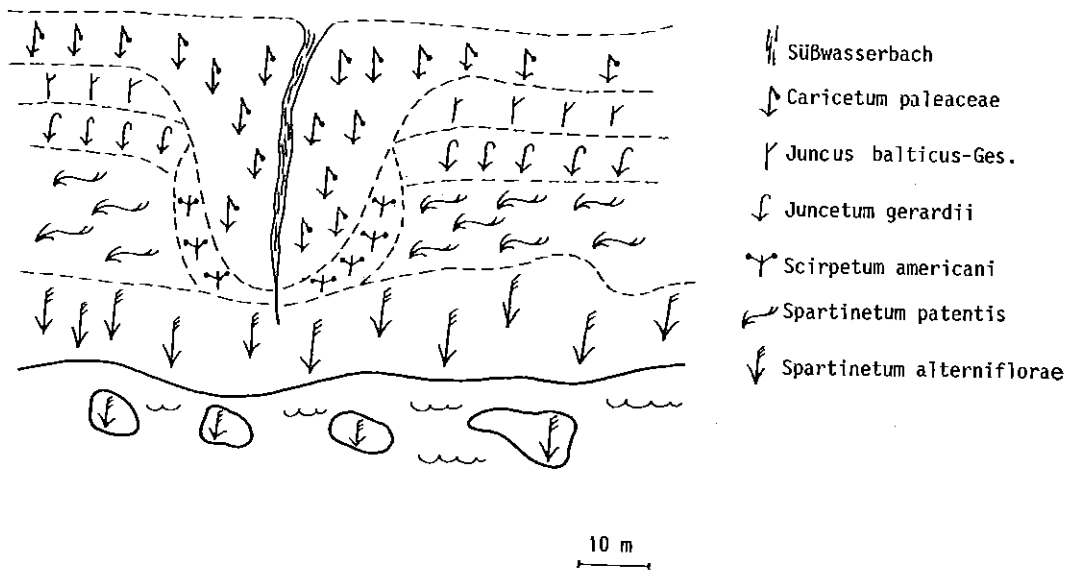


Abb. 61 : Vegetationszonierung bei Port Daniel, Québec (22.8.1976)

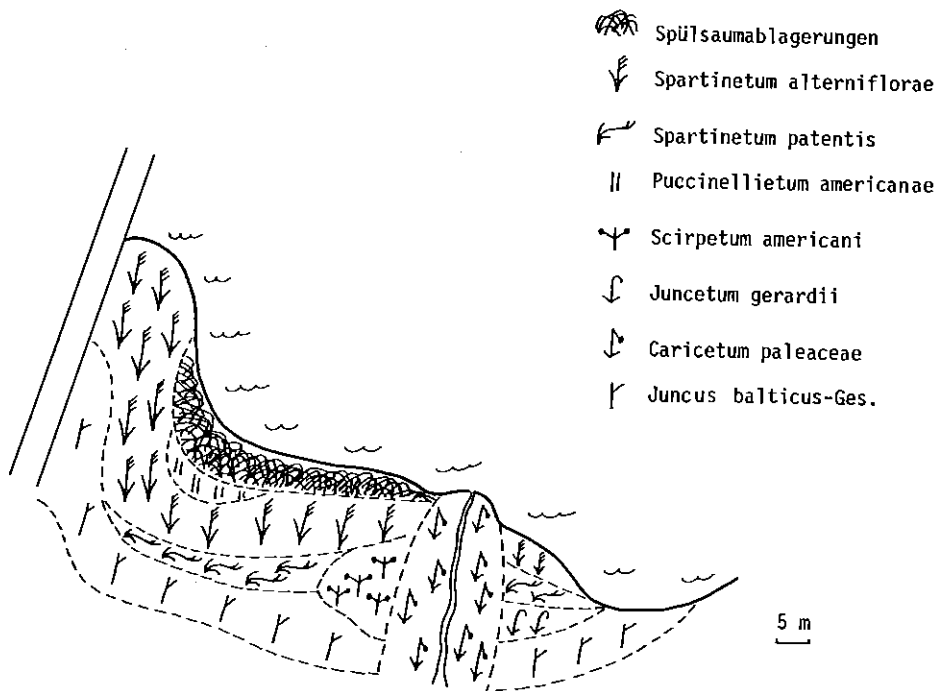


Abb. 62 : Vegetationsverteilung in den Seemarschen bei Black Harbour, New Brunswick (15.8.1976)

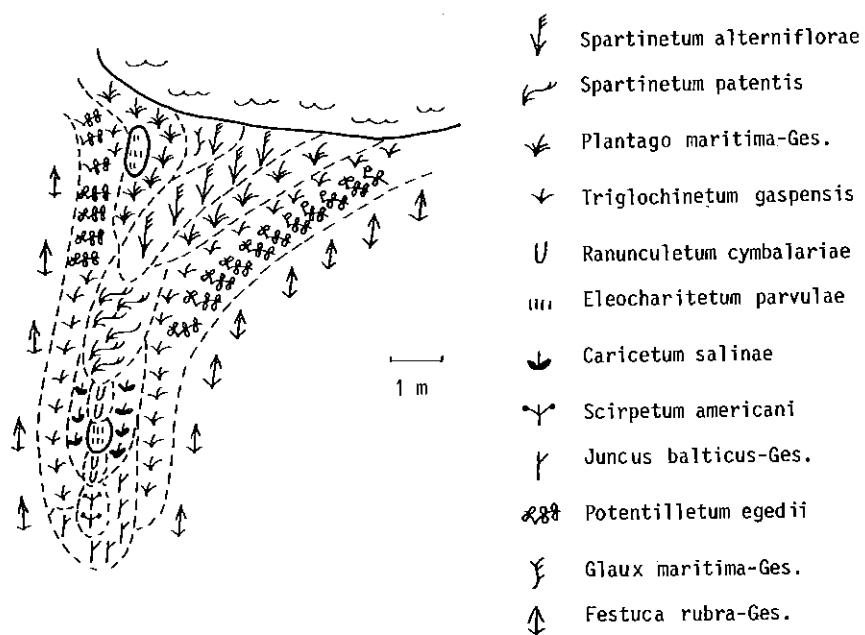


Abb. 63: Vegetationszonierung an einer Bachmündung bei Barachois, Québec (22. 8 1976)

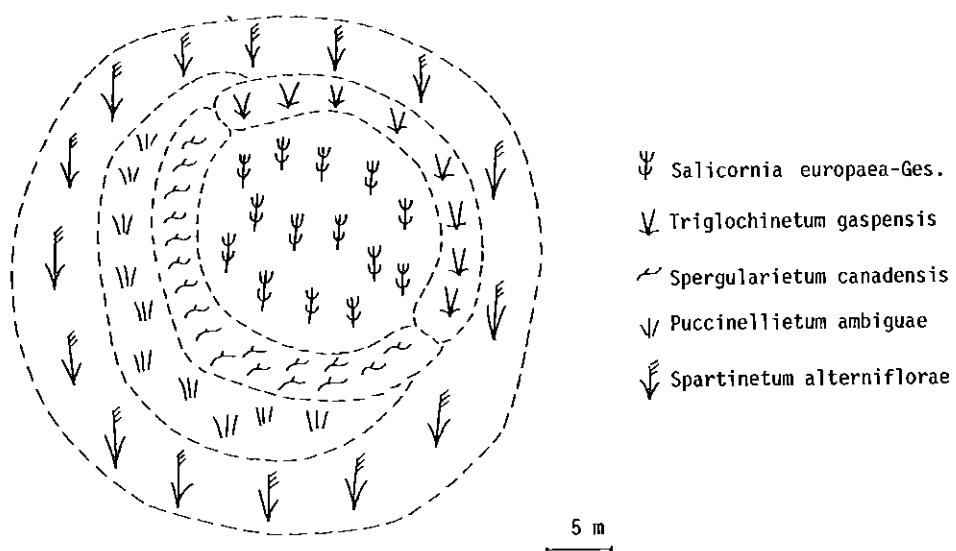


Abb. 64: Vegetationszonierung in den Salzwiesen von Gros Cacouna, Québec (1976)

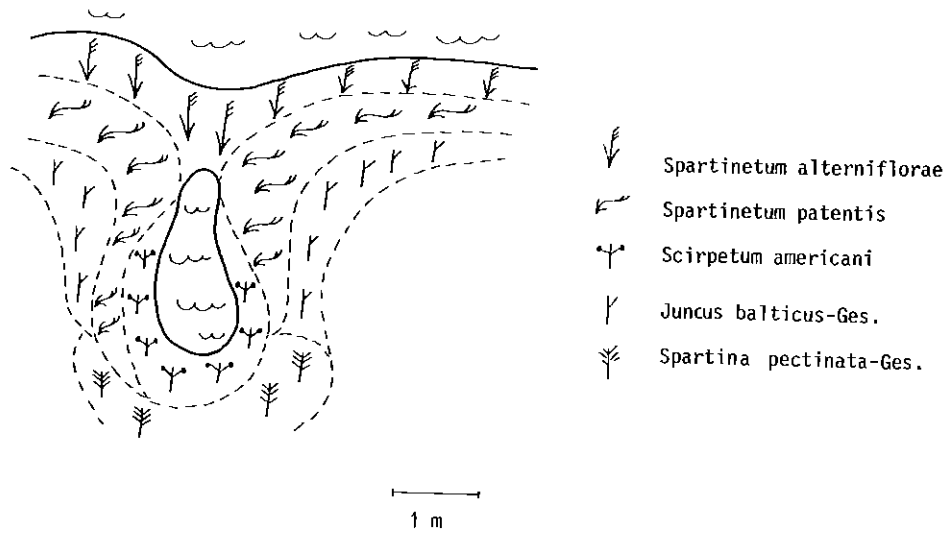
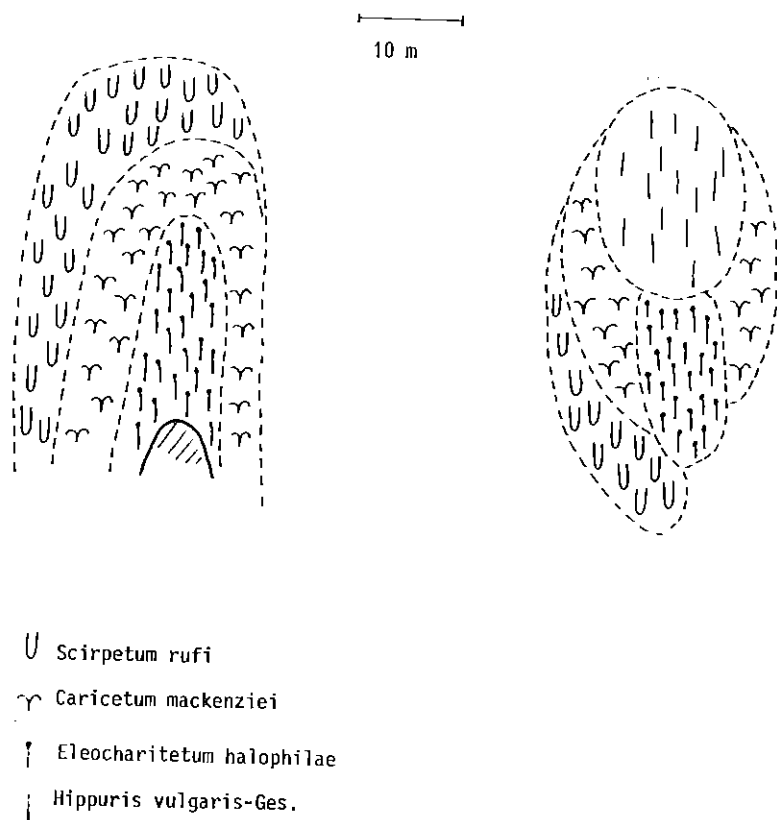


Abb. 65 : Vegetationszonierung an der Rustico Bay, Prince Edward Island (1976)



- U Scirpetum rufi
- Y Caricetum mackenziei
- | Eleocharitetum halophilae
- | Hippuris vulgaris-Ges.

Abb. 66 : Vegetationszonierungen in verlandeten Buchten der Salzmarschen von St. Paul, Newfoundland (2. 8. 1976)

Wiesen die Phytozönosen kartiert. Auffällig ist bei einer Reihe von Skizzen (Abb. 54 - 66), daß in den südlichen Provinzen des Untersuchungsgebietes nur wenige Pflanzengesellschaften vorkommen (Abb. 54, 55), dagegen in den Salzwiesen von Newfoundland viele verschiedene Gesellschaften miteinander vertreten sind (Abb. 56, 57).

Die strandparallele Anordnung der Vegetationszonen wird hauptsächlich durch den Grad der Wasserbedeckung und den der Salinität bestimmt; besonders im Innern der Buchten sind die Verlandungsgesellschaften und ihre Zonierungen gut ausgebildet (Abb. 58, 59, 60). Die fast regelmäßige, gürtelartige Anordnung der Strandgesellschaften wird bei Zuflüssen von Süßwasserbächen durchbrochen, Assoziationen aus dem brackischen Bereich dringen an diesen Stellen meerwärts vor (Abb. 61, 62, 63).

Typische Zonierungen kann man nicht nur direkt am Meeresstrand beobachten, auch am Rande von verlandenden Tümpeln inmitten großer Salzwiesen kommen dieselben Gesellschaften in gürtelartiger Anordnung vor (Abb. 64, 65, 66).

8. Wirtschaftliche Bedeutung

Die ostkanadischen Seemarschen haben nicht annähernd die Bedeutung als Kulturland gewonnen wie die europäischen. Nur ein verhältnismäßig kleines Gebiet in der Bay of Fundy wurde eingedeicht und als Siedlungsland in Besitz genommen (eine ausführliche Beschreibung dieser Kultivierungsmaßnahmen gibt SCHOTT 1955). Ein Grund könnte u.a. sein, daß sich der im Vergleich mit den Marschenablagerungen an der deutschen Küste z.B. geringere Kalkgehalt des kanadischen Marschkleies für die Bewirtschaftung recht nachteilig auswirkt.

Noch vor wenigen Jahrzehnten nutzten in Ostkanada die Küstenbauern die Strandwiesen zur Heugewinnung, besonders die *Spartina* - Wiesen. Doch da die Salzpflanzen infolge des niedrigen Trockensubstanzgehaltes sehr schwer trocknen, wird diese Nutzungsform heute praktisch nicht mehr angewandt. Eine Ausnahme bildet allein die Salzheugewinnung auf einigen Parzellen der Seemarschen bei St. Paul (Newfoundland) (Abb. 154 im Anhang).

Die Seemarschen spielen jedoch seit der Besiedlung durch die Weißen in den letzten 300 Jahren als Viehweide eine große Rolle. Die Küstenbewohner trieben insbesondere wegen der einfachen Haltung das Vieh in die Salzmarschen, da der schwer zu durchdringende Küstenwald als Viehweide ungünstig war.

Neben den Faktoren Wasser und Salz hat die Beweidung einen erheblichen Einfluß auf die Zusammensetzung der Pflanzendecke. Durch den Weidegang wird das Erscheinungsbild der Marschen eintönig, weil eine Erhöhung der Individuenzahl und eine Abnahme der Gesamtartenzahl hervorgerufen wird. Der gesamte Pflanzenbestand wird bis auf wenige Zentimeter abgefressen, wodurch nur noch wenige, besonders zähe und schnellwüchsige Sippen konkurrenzfähig bleiben. Je intensiver die Beweidung ist, umso größer wird daher in der Regel auch die Einförmigkeit (BRAUN-BLANQUET 1936). Diese Kulturform vermag somit bereits innerhalb weniger Jahre deutliche Spuren in der Zusammensetzung und Verteilung der Vegetation zu hinterlassen; es werden dabei Pflanzengesellschaften gefördert, die in natürlichen Flächen zwar vorhanden, aber nicht dominierend sind, z.B. das *Juncetum gerardii*.

Daß Salzwiesen auch in Europa stark durch Viehweide beeinflußt werden, zeigen die Untersuchungen von HINTZ (1955), RAABE (1965), RUNGE (1972) und SCHMEISKY (1974) an eingezäunten Dauerquadraten. An einigen gegenwärtig eingezäunten und vergleichsweise ungestörten Parzellen in den Salzwiesen bei St. Paul konnten Beobachtungen über die Auswirkungen der Beweidung in dem Teil des ostkanadischen Untersuchungsgebietes gemacht werden. So zeigte sich, daß durch Verbiß Arten wie *Triglochin maritima*, *Plantago maritima*, *Festuca rubra* und *Agrostis stolonifera* gefördert werden, und daß sich in den durch Huftritt entstandenen Löchern gerne Arten wie *Salicornia europaea* und *Triglochin gaspense* einstellen. Eine weitere Folge einer intensiven Beweidung ist wie auch auf alten Marschenböden eine so starke Bodenverdichtung, daß die einmal zerstörte Vegetationsdecke nicht mehr regenerieren können und vegetationsfreie Flächen entstehen.

9. Synsoziologie

Die Salzwiesen sind floristisch, ökologisch und physiognomisch gut von binnenländischen Wiesen zu unterscheiden und bilden eine Pflanzen-Unterformation. Nach synsoziologischen Methoden kann man das gesamte Gesellschaftsinventar (Assoziationen, Subassoziationen, Varianten) der Salzwiesen zu einem sogenannten Sigma-Syntaxon vereinigen. In wie viele Sigmassoziationen die Gesellschaften der ostkanadischen Seemarschen zusammengefaßt werden können, ist zur Zeit noch nicht zu klären, da das vorliegende synsoziologische Aufnahmematerial noch zu wenig umfangreich ist.

Zwei Salzwiesen in W-Newfoundland wurden synsoziologisch untersucht. Die Versuchsflächen wurden in 10 bzw. 12 übersichtliche Flächen eingeteilt und darin alle Syntaxa nach der 7-teiligen Skala von BRAUN-BLANQUET (1964) bewertet. Die einzelnen Gesellschaften wurden vorher jeweils auf üblichem pflanzensoziologischen Wege aufgenommen. Wie aus Tabelle 3 ersichtlich, konnten 5 Kenngesellschaften ausgeschieden werden.

Die Sigmassoziati on erhielt den Namen nach der ste-testen Kenngesellschaft, dem *Triglochin etum gaspensis*, Subassoziati on von *Plantago maritima*. Die Sigmassoziati on wird durch

Trenngesellschaften in 2 Sigmassubassoziati onen untergliedert. Die Sigmassubassoziati on vom *Spartinetum alterniflorae*, Subassoziati on von *Plantago maritima*, repräsentiert im Untersuchungsgebiet die südlicher vertretenen, hochgraswüchsigen Salzwiesen, während andererseits die Sigmassubassoziati on vom *Plantagini-Caricetum subspathaceae*, Subassoziati on von *Ranunculus cymbalaria*, die nördlicheren, rasenartigen Salzwiesen darstellt. Abbildung 67 zeigt einen typischen Querschnitt durch diese Sigmassubassoziati on.

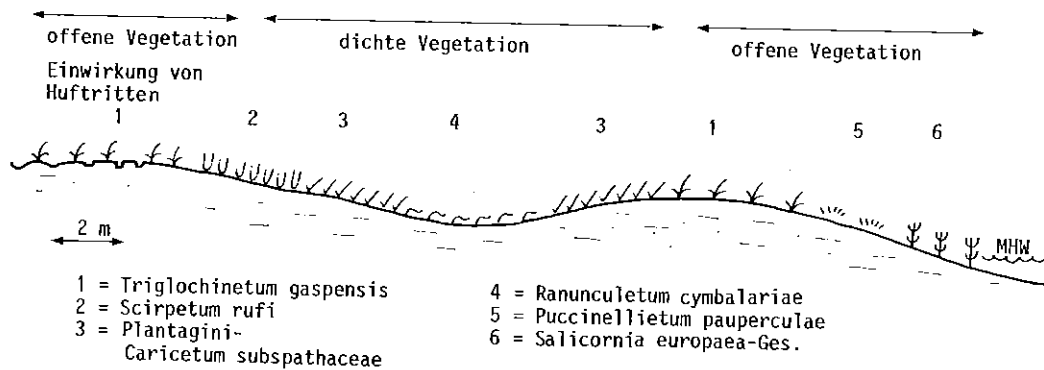


Abb. 67 : Vegetationsverteilung in den Salzwiesen von St. Paul, Newfoundland (1976)

Tab. 3: Sigmassoziation von Triglochin *gaspensis*, Subassoziation von *Plantago maritima*

- 1 = Sigmasubassoziation von *Spartinetum alterniflorae*, Subassoziation von *Plantago maritima*
 2 = Sigmasubassoziation von *Plantagini-Caricetum subspathaceae*, Ausbildung von *Ranunculus cymbalaria*

Spalte:	1	2
Ort:	Stephenville	St. Paul
Datum:	Crossing	
Größe der Probefläche (m ²):	7.9.78	8.9.78
Anzahl der Sigmagesellschaftsaufnahmen:	20.000	25.000
	10	12

Kenngesellschaften der Sigmaassoziation:

Subassoziation von <i>Plantago maritima</i> des <i>Triglochin</i> <i>gaspensis</i>	III ⁺²	IV ¹⁻²
Ausbildung von <i>Glaux maritima</i> der <i>Plantago maritima</i> -Gesellschaft	IV ⁺²	III ⁺³
Typische Subassoziation des <i>Ranunculetum cymbalariae</i>	III ^{x-1}	II ¹⁻²
<i>Salicornia europaea</i> -Gesellschaft	I ²⁻⁵	V ³⁻⁴
Subassoziation von <i>Plantago maritima</i> des <i>Scirpetum rufi</i>	I ¹⁻²	III ¹⁻³

Trenngesellschaften der Sigmasubassoziationen:

Subassoziation von <i>Plantago maritima</i> des <i>Spartinetum alterniflorae</i>	V ²⁻⁴	.
Typische Subassoziation des <i>Juncetum gerardii</i>	V ¹⁻³	.
Subassoziation von <i>Agrostis stolonifera</i> des <i>Juncetum gerardii</i>	IV ¹⁻⁴	.
<i>Scirpetum americanum</i>	III ^{x-4}	.
Variante von <i>Salicornia europaea</i> der Typischen Subassoz. d. <i>Spartinetum alterniflorae</i>	III ¹⁻³	.
Ausbildung von <i>Ranunculus cymbalaria</i> des <i>Plantagini-Caricetum subspathaceae</i>	.	V ²⁻⁴
Variante von <i>Salicornia europaea</i> der Typischen Subass. des <i>Puccinellietum pauperum</i>	+	V ¹⁻⁴
<i>Festuca rubra</i> -Gesellschaft	+	V ⁺³
Subassoziation von <i>Triglochin gaspense</i> des <i>Plantagini-Caricetum subspathaceae</i>	.	V ¹⁻⁴
Typische Subassoziation des <i>Triglochin</i> <i>gaspensis</i>	.	V ¹⁻³
Subassoziation von <i>Puccinellia paupercula</i> des <i>Plantagini-Caricetum subspathaceae</i>	.	IV ¹⁻³
Typische Untergesellschaft der <i>Plantago maritima</i> -Gesellschaft	.	III ¹⁻⁴
Subassoziation von <i>Spergularia canadensis</i> des <i>Puccinellietum pauperculae</i>	.	III ¹⁻²
Ausbildung von <i>Puccinellia paupercula</i> der <i>Plantago maritima</i> -Gesellschaft	.	III ²⁻³

Gesellschaften der höheren Einheiten und sonstige Gesellschaften:

<i>Agrostis stolonifera</i> -Gesellschaft	IV ⁺¹	IV ⁺⁴
<i>Potentilletum egedii</i>	III ⁺¹	+
<i>Juncus balticus</i> -Gesellschaft	II ⁺²	I ⁺²
Subassoziation von <i>Puccinellia paupercula</i> des <i>Ranunculetum cymbalariae</i>	+	II ^{x-1}
<i>Eleocharitetum parvulae</i>	+	II ²⁻³
Subassoziation von <i>Ranunculus cymbalaria</i> des <i>Eleocharitetum halophilae</i>	.	II ¹⁻³
Typische Subassoziation des <i>Scirpetum rufi</i>	.	II ¹⁻²
Typische Subassoziation des <i>Eleocharitetum halophilae</i>	.	II ¹⁻²
<i>Caricetum paleaceae</i>	I ¹⁻²	+
Ausbildung von <i>Potentilla egedii</i> der <i>Plantago maritima</i> -Gesellschaft	I ¹	.
Typische Variante von der Typischen Subassoziation des <i>Spartinetum alterniflorae</i>	I ¹⁻²	.
<i>Caricetum mackenziei</i>	.	I ⁺⁴
<i>Spergularietum canadensis</i>	+	.
Subassoziation von <i>Eleocharis halophila</i> des <i>Ranunculetum cymbalariae</i>	.	+
<i>Ruppietum maritimae</i>	.	+

II. Beschreibung der Gesellschaften

1. *Zosteretum marinae* Harmsen
1936

Physiographie

Das Seegras (*Zostera marina*), die am besten bekannte marine Angiospermenart, bildet große submarine Wiesen auf Schlick, Sand und Kies, die unter dem mittleren Tidenniedrigwasser liegen. Die Wuchsorte können zwar bei Springtidenniedrigwasser und bei extremem Niedrigwasser trockenfallen, doch bleiben auch dann die Flächen stets von einer wenn auch dünnen Wasserlamelle bedeckt. Das Vorkommen von Art und Gesellschaft unterhalb der MTNW-Linie ist von den Lichtverhältnisse abhängig. So reicht es z.B. auf Newfoundland bis zu Tiefen von 5 - 10 m¹⁾, in den durch Wellenschlag häufiger getrübten Watten von Prince Edward Island jedoch nur bis in Tiefen von 2 - 3 m.

Die Gesellschaft kommt in dichten, ausgedehnten Beständen nicht nur in geschützten Buchten, sondern auch im freien Watt in Zonen geringerer Strömungsgeschwindigkeiten vor. Oberhalb der mittleren Niedrigwasserlinie kann man sie auch in kleinen Tümpeln finden, sofern diese nicht trockenfallen (s. Abb. 68).

Physiognomie

Das Seegras bildet 2 - 8 cm breite und über 1 m lange Büschel, die oft in geschlossenen, wiesenartigen Beständen wachsen (Abb. 69, p. 65). In der Seegras-Gesellschaft auf Nova Scotia (Spry Bay) konnten folgende Algen-Gattungen mit beobachtet werden: *Ulva spec.*, *Porphyra spec.*, *Chaetomorpha spec.*, *Enteromorpha spec.* und *Cladophora*. Dieselben Bestände beherbergen zudem eine reiche Fauna mit Würmern, Asseln, Krebsen, Schnecken, Seesternen, Seeigeln und Moostierchen. Als Folge wiederum suchen Fische und Hummer hier Nahrung, Unterschlupf sowie Laichplätze.

Das *Zosteretum marinae* ist fast immer einartig. So bezeichnete TÜXEN (1974) die Seegras-Gesellschaft als die ärmste und zugleich niedrigst organisierte wurzelnde Vegetationseinheit der Erde.

Das Minimumareal der Gesellschaft wird bereits bei 1/8 m² erreicht.

Syndynamik

Das *Zosteretum marinae* ist eine natürliche Initialgesellschaft, bei deren Vernichtung aufgrund exogener Einflüsse sich keine Ersatzgesellschaft einfindet, sondern wieder die ursprüngliche Gesellschaft aufgebaut wird (MICHAELIS, OHBA und TÜXEN 1971). Wohl aus diesem Grund verändert die

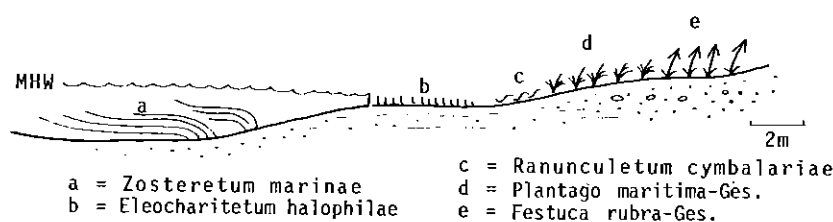
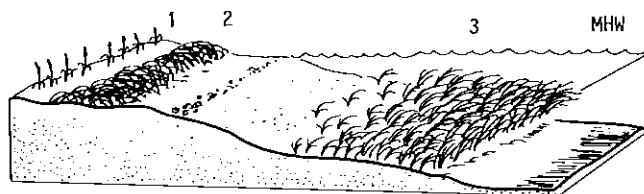


Abb. 68 : Zonierung der Strandvegetation bei Lethbridge,
Newfoundland (28.8.1975)

1) Mündliche Mitteilung von Dr. B. Hooper, St. John's (Newfoundland)



- 1 = *Ammophila breviligulata*-Zone
 2 = Spülsaumablagerungen (*Zostera marina*)
 3 = lebende *Zostera marina*-Pflanzen unter der mittleren Hochwasserlinie

Abb. 69 : Schematische Darstellung der Vegetationszonierung am Strand

Gesellschaft von Zeit zu Zeit ihren Standort.

Das *Zosteretum marinae* wächst gerne in leichten Mulden auf Schlick, wo es durch Rhizome und Wurzeln den Untergrund bindet. Durch die Blattbewegungen der Pflanzen wird das im Wasser mitgeführte Feinmaterial nicht in den Seegraswiesen selbst, sondern an benachbarten, unbewachsenen Stellen abgesetzt. Die Seegrasbestände haben somit eine schützende Funktion gegenüber der Küstenabrasion

(TØXEN 1974).

Zu Beginn der 30er Jahre wurden in N-Amerika und Europa viele *Zostera*-Wiesen infolge einer Seuche zerstört (TUTIN 1938). Der pathogene Erreger war der Pilz *Labyrinthula spec.* (DEN HARTOG 1970). Kartierungen haben mittlerweile ergeben, daß sich die Bestände von *Zostera marina* langsam wieder erholen, auch wenn noch nicht alle ursprünglich besiedelten Gebiete wieder eingenommen sind (STEVENS et al. 1950).

Tab. 4 : *Zosteretum marinae*

Nr.d.Aufnahme:	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Größe d.Probefläche (m ²):	10	4	4	4	4	4	4	10	4	4	4	4	4	10	10	1	1	4	4
Vegetationsbedeckung (%):	90	90	90	90	90	90	90	90	80	80	80	80	70	70	70	70	60	60	50
Artenzahl:	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2
<u>Kennart d. Ass.:</u>																			
<i>Zostera marina</i>	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	4	4	4	4	4	3
<u>Begleiter:</u>																			
<i>Ruppia maritima</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+ 1

Nachweis der Vegetationsaufnahmen:

- 1 (9.8.75) Bay Roberts, Newfoundland
- 2 (29.8.75) Milton, Newfoundland
- 3 (7.8.76) Stephenville Crossing, Newfoundland
- 4 (9.8.76) Marie Joseph, Nova Scotia
- 5 (10.8.76) Spry Bay, Nova Scotia
- 6 (10.8.76) Jeddore Oyster P., Nova Scotia
- 7 (10.8.76) Jeddore Oyster P., Nova Scotia
- 8 (12.8.76) Seaforth, Nova Scotia
- 9 (12.8.76) Martinique Beach, Nova Scotia
- 10 (22.8.76) Chandler, Québec
- 11 (22.8.76) Pabos Mills, Québec
- 12 (23.8.76) St.Godefroy, Québec
- 13 (26.8.76) Cabot Prov.Park, Prince Edward Isl.
- 14 (29.8.76) Havre Aubert, Iles de la Madeleine
- 15 (3.9.76) Cheticamp, Nova Scotia
- 16 (3.9.76) Cheticamp, Nova Scotia
- 17 (3.9.76) St.Anns Bay, Nova Scotia
- 18 (21.8.76) Gaspé, Québec
- 19 (31.8.76) Cap de l'Est, Iles de la Madeleine

Synökologie

Das *Zosteretum marinae* gedeiht als euryhaline Pflanzengesellschaft des Sublitorals im Salz- und im Brackwasser. LIETH (1964) stellte auf der Gaspé Peninsula fest, daß der Chloridgehalt des Wassers, in dem *Zostera marina* vorkommt, von 1,6 bis 2,6 ‰ reicht. Bei den eigenen Untersuchungen auf Newfoundland wurden in den *Zostera*-Beständen Salinitätswerte zwischen 0,5 und 3,5 ‰ gemessen.

Die Seegrass-Wiesen erzeugen mit etwa 50 dz/ha mehr Trockensubstanz als die meisten Mähwiesen des Festlandes (25 - 50 dz/ha).

Synsystematik (Tab. 4)

Die ostkanadische *Zostera marina*-Gesellschaft wird in dieser Bearbeitung mit zu dem europäischen *Zosteretum marinae* gestellt. Aus morphologischen und ökologischen Gründen ist es naheliegend, die niedrig organisierten, artenarmen *Zostera marina*-Gesellschaften in eine eigene Klasse zu stellen. Folgende synsystematische Einteilung in höhere Einheiten wird vorgeschlagen (verg. auch TOXEN 1974):

- Zosteretea marinae* Pignatti 1953
- Zosteretalia marinae* Beguinot 1941 em. Tx. et Oberd. 1958
- Zosterion marinae* Christiansen 1934
- Zosteretum marinae* Harmsen 1936

Die Salzwiesen im Küstenbereich Ostkanadas sind bislang noch wenig untersucht. Im Untersuchungsgebiet wurde bisher nur *Zostera marina* var. *stenophylla* festgestellt; ob auch *Zostera nana* vorkommt, ist bislang noch nicht geklärt. In früheren Arbeiten wurde wegen der taxonomischen Schwierigkeiten auf die Angabe der Art häufig verzichtet.

Eine befriedigende synsystematische Untergliederung der Assoziation (Tab. 4, p. 65), die fast immer aus der einzigen dominanten Phanerogamenart besteht, kann erst erfolgen, wenn die zahlreichen Algen mit berücksichtigt werden.

Synchorologie

Zostera marina hat ihr Hauptverbreitungsgebiet in den subtropischen bis arktischen Zonen. Art und Gesellschaft kommen auf der Nordhemisphäre überall dort vor, wo klimatische und geomorphologische Voraussetzungen für eine dauerhaft Besiedlung gegeben sind.

An der Nordgrenze des Arealis ist das *Zosteretum marinae* häufig einartig und individuenreich. *Zostera marina* selbst ist dort sommerannuell, da die Rhizome frostempfindlich sind. In Europa z.B. findet sich die klimatisch bedingte Grenze zwischen perennierenden und annuellen *Zostera*-Vorkommen nördlich der französischen Küste. Im ostkanadischen Untersuchungsgebiet verläuft die nördliche Verbreitungsgrenze der Gesellschaft etwa durch N-Newfoundland und S-Labrador (s. Abb. 70). Südlich dieser Grenze dürfte das *Zosteretum* weit verbreitet sein.

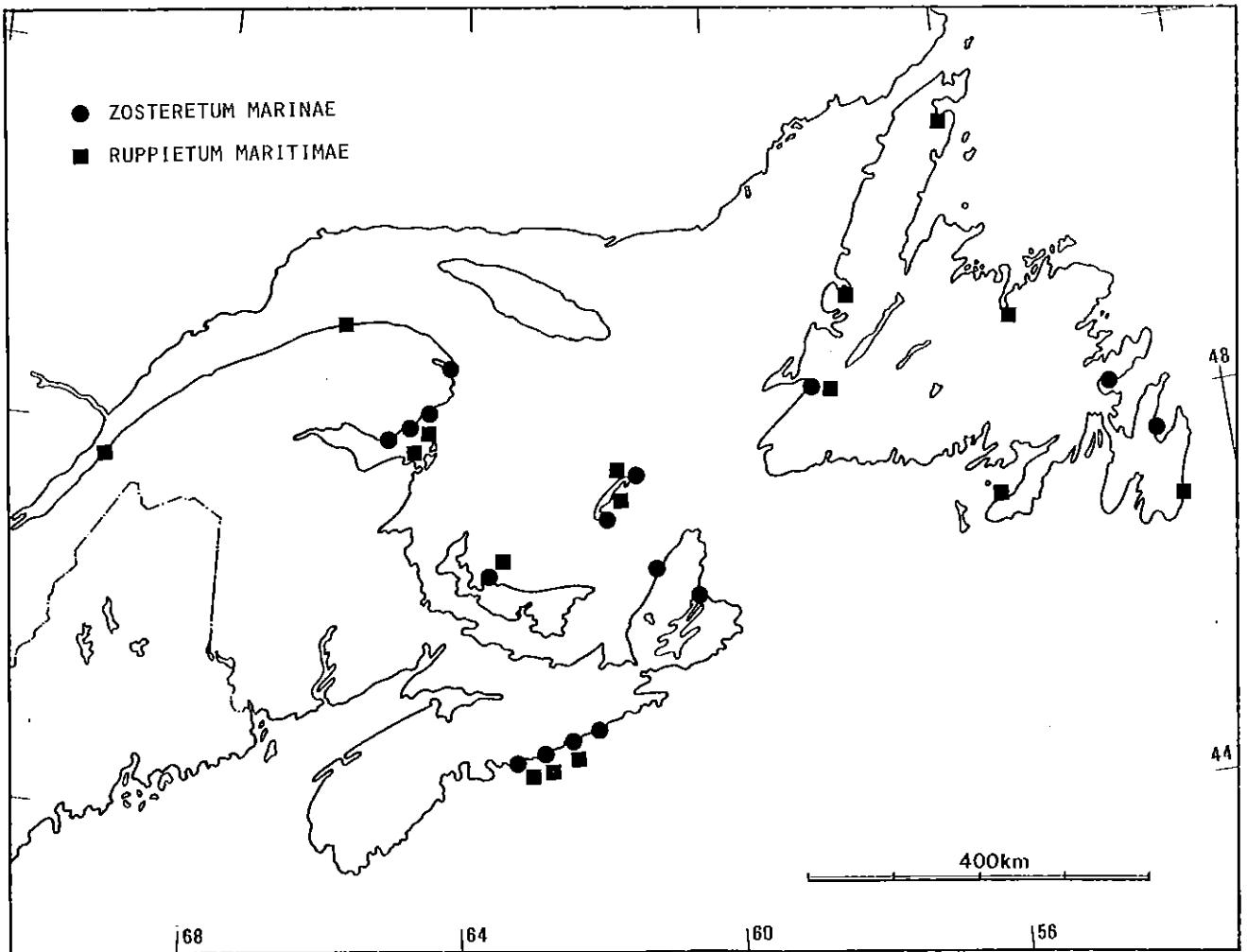


Abb. 70: Verbreitung des *Zosteretum marinae* und des *Ruppietum maritima*

2. *Ruppia maritima* (Warming
1906) Beguinot 1941

Physiographie und Physiognomie

Diese Wasserpflanzengesellschaft wächst untergetaucht in Tümpeln, Lagunen, Prielien sowie an Flußmündungen bei langsam fließendem Wasser. Die Wasserstandschwankungen sind geringer als beim Zo-

steretum, die Gesellschaft fällt selten völlig trocken. Der Boden der Wuchsorte ist meist schlammig.

Ruppia maritima steht bevorzugt in kleinen, höchstens 1 m tiefen Tümpeln, kommt in großen Lagunen nur randlich vor und breitet sich dann selten über Flächen von 100 m² aus (Abb. 71).

Die Pflanzen bilden ein Geflecht feiner, flutender Stengel mit fädigen Blättern. Die unscheinbaren Blüten treiben kurze Zeit auf der Wasseroberfläche.

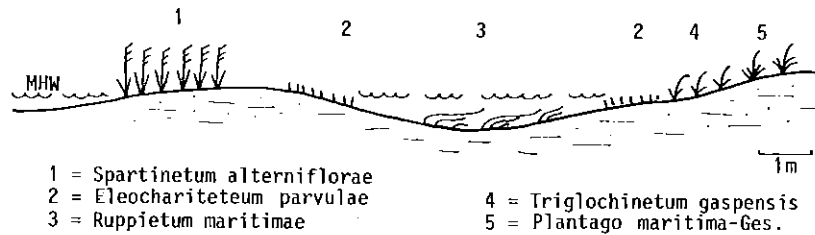


Abb. 71: Schematische Darstellung der Vegetationszonierung in den Seemarschen bei Stephenville Crossing, Newfoundland (1976)

Syndynamik und Synökologie

Das *Ruppia maritima* ist eine natürliche Initial-Gesellschaft, die sich sehr langsam entwickelt (TOXEN 1974). Die winterlichen Eisschichten zerstören zwar die Stengel, doch treiben die Rhizome im Frühjahr neu aus.

Die Gesellschaft kommt sowohl in wenig bewegten Küsten- als auch in salzhaltigen Binnengewässern vor. Bezüglich des Salzgehaltes können sehr starke jährliche Schwankungen auftreten, wobei der Salzgehalt des Meeres in den Binnengewässern und Tümpeln bei weitem übertroffen werden kann. LIETH (1964) hat z.B. auf der Gaspé Peninsula einen Salzgehalt von 1,3 bis 2,3 % im Wasser von *Ruppia maritima*-Beständen festgestellt; in Skandinavien wurde dagegen beobachtet, daß *Ruppia maritima* bei einem Cl-Gehalt nicht unter 3 bis 5 % vorkommt (EKLUND 1931).

Synsystematik und Synchorologie

Die äußerst artenarme Gesellschaft enthält nur wenige Begleiter. Eine systematische Einteilung in höhere Einheiten erfolgt nach J. TOXEN (1960):

Ruppia maritima J. Tüxen 1960

Ruppia maritima J.
Tüxen 1960

Ruppia maritima Braun-
Blanquet 1931

Ruppia maritima
(Warming 1906) Beguinot 1941

Da noch nicht genügend Klarheit über die verschiedenen Unterarten von *Ruppia maritima* besteht, sollen die ostkanadischen Bestände mit dieser Art vorerst beim *Ruppia maritima* belassen werden (Tab. 5).

CONARD (1935) hat eine *Ruppia maritima*-Gesellschaft auf Long Island (New York) nachgewiesen.

In Ostkanada ist das *Ruppia maritima* im gesamten Untersuchungsbereich (vergl. Abb. 70, p. 67) anzutreffen; auffallend ist dort jedoch das Vorkommen der Assoziation in Tümpeln, die weit ab von der eigentlichen Strandlinie liegen (s. dazu GRANDTNER 1976, 1977).

Tab. 5 : Ruppium maritima e

Nr.d.Aufnahme:	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
Größe d.Probefläche (m ²):	4	2	4	10	4	2	1	4	2	4	4	4	4	1	4	1	4	4	4	1	4
Vegetationsbedeckung (%):	20	90	70	30	30	60	50	50	70	60	60	60	60	70	70	90	90	90	80	90	
Artenzahl:	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2

Kennart d.Ass.:

Ruppia maritima	2	5	4	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	5	5	5	5	5	5
-----------------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

Begleiter:

Zostera marina	+	r	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Potamogeton perfoliatus	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	r

Nachweis der Vegetationsaufnahmen:

1	(17.6.76)	Iles de la Madeleine
2	(30.7.76)	Notre Dam Bay, Newfoundland
3	(31.8.76)	Cap de l'Est, Iles de la Madeleine
4	(17.6.76)	Havre aux Maisons, Iles de la Madeleine
5	(12.8.76)	Lawrencetown Beach, Nova Scotia
6	(1.8.76)	Bonne Bay, Newfoundland
7	(12.9.78)	Renews, Newfoundland
8	(7.8.76)	Stephenville Crossing, Newfoundland
9	(12.8.76)	Martinique Beach, Nova Scotia
10	(21.8.76)	St.Louis, Québec
11	(23.8.76)	St.Godefroy, Québec
12	(23.8.76)	St.Godefroy, Québec
13	(24.8.76)	Caraquet, Newbrunswick
14	(26.8.76)	Cabot Prov.Park, Prince Edward Island
15	(30.8.75)	Grand Beach, Newfoundland
16	(1.8.76)	Bonne Bay, Newfoundland
17	(2.8.76)	Main Brook, Newfoundland
18	(10.8.76)	Head of Chezzetcook, Nova Scotia
19	(20.8.76)	L'Ans au Portage, Québec
20	(30.7.76)	Notre Dame Bay, Newfoundland

3. *Eleocharitetum parvulae* (W. Christiansen 1933) Gillner 1960

Physiographie und Physiognomie

Eleocharis parvula wächst im seichten Brackwasser oberhalb der MTNW-Linie auf weichem Schlick. Die Standorte sind während des größten Teiles der Vegetationsperiode vom Wasser bedeckt (s. Abb. 72 sowie Abb. 155 im Anhang).

Das *Eleocharitetum parvulae* ist wohl die unscheinbarste Salzwiesengesellschaft. Die schmalen, nadeligen Blätter der Art sind rosettenförmig angeordnet und bedecken locker den Schlickboden, auf dem sich auch bei Ebbe ein dünner Wasserfilm hält. Die 2 - 3 cm großen Pflanzen können bei flüchtiger Betrachtung als Keimlinge von Seggen gedeutet werden, sind aber durch ihre weißen Scheiden leicht zu identifizieren. *Eleocharis parvula* wächst gern reihig angeordnet; selten werden Flächen von mehr als 10 m² von den Beständen eingenommen. In ruhigen, geschützten Buchten können die Pflanzen sehr dicht stehen, wodurch der Eindruck eines sehr kurz geschorenen Rasens entsteht.

Syndynamik und Synökologie

Die einjährigen Pflanzen besiedeln leicht instabile Böden und reagieren empfindlich auf Abrasionsvorgänge durch Brandungswellen und Eis (Abb. 73).

Die Assoziation nimmt Standorte ein, die von den mehrjährigen Phanerogamen noch nicht besiedelt werden können. Weiter seewärts sind die Entwicklungsmöglichkeiten durch zu hohe mittlere Wasserstände und zu hohen Salzgehalt beschränkt. SAMUELSON (1934) teilte aus Nordeuropa mit, daß *Eleocharis parvula* keinen höheren Salzgehalt zu dulden scheint.

Das *Eleocharitetum parvulae* ist eine Pioniergemeinschaft, auf deren Standort keinerlei Sukzession erfolgt. Nur wenn exogene Kräfte diesen durch Aufschlickung stärker verändern, kann eine Weiterentwicklung zu höher organisierten Halophytengesellschaften einsetzen (Abb. 74).

Das *Eleocharitetum parvulae* bildet in geschützten, ruhigen Buchten meist eine

wenige Meter breite, sehr lockere Zone vor den höherwüchsigen Salzpflanzengesellschaften. Bei Standortstörungen weicht die Assoziation seewärts aus.

Eleocharis parvula wurde weder in Europa noch in Nordamerika in Tümpeln gefunden, die mit dem Meer keine Verbindung haben. Eine Erklärung wäre vielleicht darin zu suchen, daß gerade in solchen Tümpeln der Salzgehalt stark schwanken kann und die für die Art limitierende Cl-Obergrenze leicht überschritten wird. Interessant ist, daß die Art andererseits nicht nur auf flachen Schlickböden zu finden ist, sondern auch auf stärker geneigten Sandböden, wo möglicherweise ein gewisser Süßwassereinfluß besteht.

Synsystematik und Synchorologie

Die Stellung der Gesellschaft mit *Eleocharis parvula* (*Scirpus parvulus*) war lange Zeit synsystematisch ungeklärt. Mehrere Autoren ordneten die Assoziation in Europa in verschiedene Verbände (*Ruppion*, *Littorellion*, *Nanocyperion*) ein (CHRISTIANSEN 1934, LIBBERT 1940, TOXEN 1955, 1974, GILLNER 1960).

Wie aus Tabelle 6 zu ersehen ist, kommen in der Regel einartigen Gesellschaft nur wenige Begleiter vor. Es erscheint daher synsystematisch sinnvoll, sie der von DEN HARTOG & SEGAL (1964) vorgeschlagenen Klasse *Eleocharitetea parvulae* mit der entsprechenden Ordnung *Eleocharitetalia parvulae* Segal 1965 und dem Verband *Eleocharitetion parvulae* Segal 1965 zuzuordnen.

Das *Eleocharitetum parvulae* nimmt auf der Nordhalbkugel ein großes Verbreitungsgebiet ein.

Auch im ostkanadischen Untersuchungsgebiet scheint die Assoziation verstreut vorzukommen (s. Abb. 75). Ein gewisser Verbreitungsschwerpunkt liegt wohl auf Newfoundland.

Eine ähnlich regional unterschiedliche Dichte ist auch in Europa zu erkennen, wo das *Eleocharitetum parvulae* in Südkandinavien häufig vorkommt, an den übrigen europäischen Küsten dagegen nur sporadisch vertreten ist.

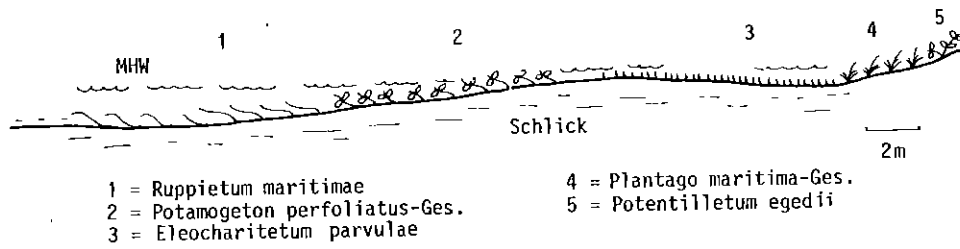


Abb. 72 : Schematische Darstellung der Vegetationszonierung an der Notre Dame Bay, Newfoundland (30.7.1976)

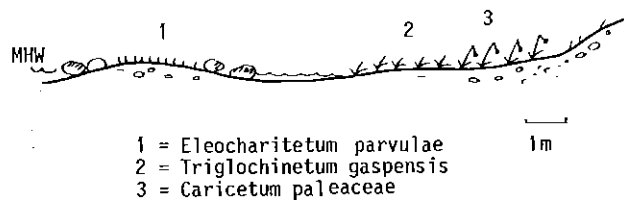


Abb. 73 : Schematische Darstellung der Strandvegetation in der Pinware Bay, Labrador (20.8.1975)

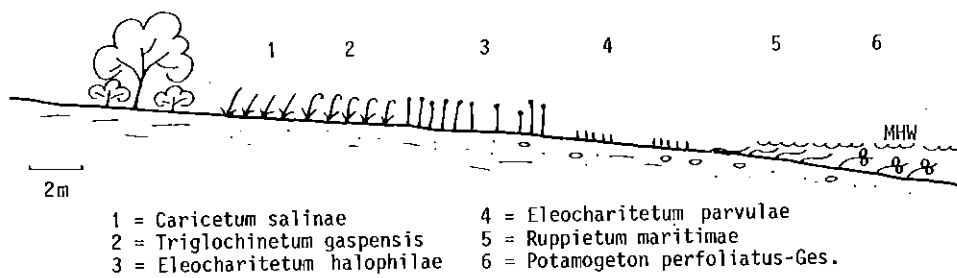


Abb. 74 : Schematische Darstellung der Ufervegetation am Main Brook, Newfoundland (3.8.1976)

Tab. 6 : *Eleocharitetum parvulae*

Nr. d. Aufnahme:	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
Größe d. Probefläche (m ²):	4	05	1	1	1	05	1	05	1	1	1	1	4	10	05	4	1	1	1	4	1	1	1	05	05	1	4	2
Vegetationsbedeckung (%):	25	30	50	50	50	60	50	60	70	70	50	60	60	80	80	90	80	75	80	80	45	60	60	50	30	60	60	60
Artenzahl:	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	3

Kennart der Ass.:

Eleocharis parvula 2 2 3 3 3 4 4 4 4 4 4 4 5 5 5 5 5 5 5 5 3 4 4 4 2 4 4 4

Begleiter:

Zostera marina

Spergularia canadensis 1 +

Triglochin gaspense +

Spartina alterniflora r +

Ruppia maritima +

Potamogeton perfoliatus + + r +

Nachweis der Aufnahmen:

- | | |
|-----------------------------------|-------------------------------------------|
| 1 (16.6.76) Gaspé, Québec | 15 (3.8.76) Main Brook, Nfld. |
| 2 (17.6.76) Iles de la Madeleine | 16 (3.8.76) Main Brook, Nfld. |
| 3 (1.8.76) Bonne Bay, Nfld. | 17 (7.8.76) Stephenville Crossing, Nfld. |
| 4 (20.8.76) Milton, Nfld. | 18 (11.8.76) Lawrencetown Beach, N.S. |
| 5 (5.9.76) Searston, Nfld. | 19 (22.8.76) Barachois, Québec |
| 6 (9.9.78) Baie Verte, Nfld. | 20 (29.8.75) Milton, Nfld. |
| 7 (10.9.78) Pilleys Island, Nfld. | 21 (1.8.76) Bonne Bay, Nfld. |
| 8 (2.8.76) St. Paul, Nfld. | 22 (12.8.76) Martinique Beach, N.S. |
| 9 (2.8.76) St. Paul, Nfld. | 23 (11.8.76) Lawrencetown Beach, N.S. |
| 10 (4.8.76) Cloude River, Nfld. | 24 (2.8.76) St. Paul, Nfld. |
| 11 (4.8.76) Pistolet Bay, Nfld. | 25 (17.6.76) Iles de la Madeleine |
| 12 (10.8.76) Port Dufferin, N.S. | 26 (30.7.76) Notre Dame Bay, Nfld. |
| 13 (17.8.75) Hawk's Bay, Nfld. | 27 (22.8.76) Chandler, Québec |
| 14 (20.8.75) Pinware Bay, Lab. | 28 (30.7.76) Notre Dame Bay, Nfld. |

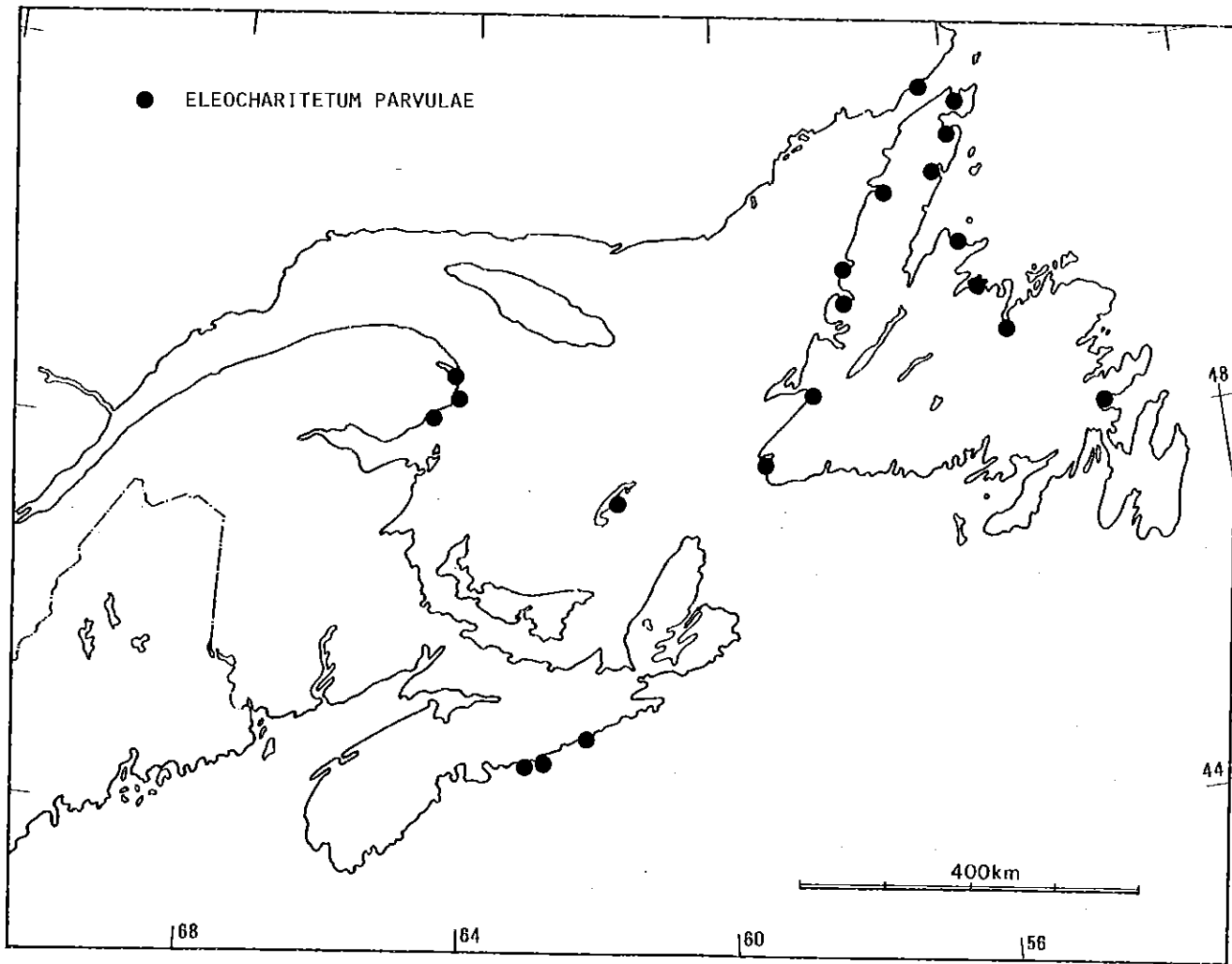


Abb. 75: Verbreitung des *Eleocharitetum parvulae*

4. *Salicornia europaea* - Gesellschaft

Physiographie

Die einjährigen, offenen *Salicornia europaea* - Bestände schieben sich vorpostenartig in den Gezeitenbereich des Wattenmeeres vor; sie treten bis 30 cm unterhalb der MTNH-Linie auf. Ein weiteres Vordringen seewärts wird durch die dauernde Wasserüberstauung verhindert, weiter landeinwärts wird schnell eine konkurrenzbedingte Grenze erreicht. Im Bereich der MHW-Linie können die *Salicornia* - Pflanzen rasenartig dicht wachsen (Abb. 76).

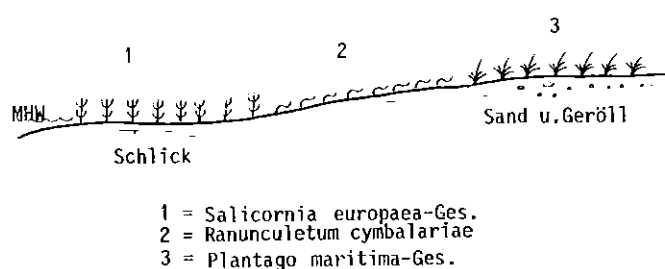


Abb. 76: Schematische Darstellung der Vegetation in den Seemarschen von St. Paul, Newfoundland (18.8.1975)

in der Lage ist, als Pionier Sandflächen zu besiedeln, auf denen in warmen Perioden Sandflug und Trockenheit vorherrschen können.

Die *Salicornia europaea* - Gesellschaft bevorzugt Flußmündungen oder ruhige Buchten, in denen die Kraft der Meeresbrandung reduziert ist.

Physiognomie

Die *Salicornia europaea* - Gesellschaft ist eine sehr einheitliche und physiognomisch besonders charakteristische Phytozönose. Aufgrund zweier Gegebenheiten fällt sie im Wattenbereich auf:

- durch das massenhafte Vorkommen der sukkulenten Therophyten
- durch die jährlich wechselnden Wuchsorte der Einzelindividuen

In Ostkanada konnte der aufrecht wachsende *Salicornia dolichostachya* - Typ im Watt beobachtet werden, während auf Sandflächen der niederliegende *Salicornia ramosissima* - Typ angetroffen wurde. Der ostkanadische Queller zeigt die gleichen Merkmale wie

Die *Salicornia europaea* - Gesellschaft besiedelt in Ostkanada instabile Süden, die nicht von *Spartina alterniflora* - Beständen eingenommen werden; meist sind die Queller - Bestände auf etwas höher gelegenen Wuchsorten als die *Spartina alterniflora* - Gesellschaften anzutreffen. In Nova Scotia kommt *Salicornia europaea* nur in Lagunen oder Tümpeln vor, während die äußere Strandlinie ausschließlich von *Spartina alterniflora* besiedelt wird.

Im Laufe der Evolutionsprozesse haben sich verschiedene Kleinarten von *Salicornia europaea* ausgebildet, die - wie in Europa - unterschiedlichen Standortbedingungen angepaßt sind. In Ostkanada kann man eine robuste Form von *Salicornia europaea* beobachten, die

der europäischen: einzeln stehende Pflanzen sind kräftig und reich verzweigt; je enger die Individuen wachsen, umso schmäler und schwächer sind sie ausgebildet. Anders als an den europäischen Küsten findet man im folgenden Jahr keine Reste abgestorbener *Salicornia* - Pflanzen mehr.

Die offene Pioniergesellschaft macht auf Schlickböden einen üppigeren, wiesenartigen Eindruck als auf Sand. Allerdings konnten auf der Prince Edward Island auch auf Sand, wo sich nährstoffreiche Spülsaumablagerungen festgesetzt hatten, große Exemplare des Quellers beobachtet werden.

Auf Newfoundland und an der Nordgrenze des Verbreitungsgebietes machen die Individuen von *Salicornia europaea* häufig einen kümmerlichen Eindruck.

Syndynamik

Im Frühjahr keimt der angeschwemmte Samen von *Salicornia*, es entwickelt sich eine echte Pioniergesellschaft, die im Herbst wieder abstirbt. Die kurzlebige Phytozönose stellt sich zwar jedes Jahr an der gleichen Stelle ein, aber ihre Dichte und Ausdehnung va-

rieren von Jahr zu Jahr beträchtlich.

Die Gesellschaft von *Salicornia europaea* ist in Ostkanada im wesentlichen einartig und wird nur von wenigen Vertretern der Kontaktgesellschaften durchdrungen. Wie auch in Europa kann man bei den Beständen eine Initialausbildung unterscheiden, in der die vitalen Exemplare des Quellers vereinzelt vorkommen. In der Optimalausbildung verdichten sich die Bestände wiesenartig, die Vitalität sinkt. In der Degenerationsausbildung schließlich dringen Arten der perennierenden Salzwiesen-Gesellschaften ein.

In Ostkanada hat die *Salicornia* - Gesellschaft nicht die große Bedeutung für die Schlickanlandung wie in Europa. Das Wasser beruhigt sich zwischen den Exemplaren, und der Schlick setzt sich ab, doch ist der Sedimentzuwachs insgesamt sehr gering. Die bodenschützende Wirkung der Pflanzen hält insgesamt ja nur bis zum Herbst an. Regelmäßig wieder auftretende, große geschlossene Bestände von *Salicornia europaea* können jedoch über längere Zeiträume hinweg zur Auflandung des Schlicks mit beitragen und so geeignete Bedingungen für eine Folgegesellschaft schaffen. Andererseits läßt sich häufig beobachten, daß das ablaufende Wasser den Schlickboden unmittelbar um einzeln stehende Pflanzen mitreißt und kleine, wassergefüllte Kolke zurückläßt, also eine Abtragung des Bodens stattfindet (verg. TÜXEN 1974).

Durch die Beweidung der Seemarschen wird die *Salicornia europaea* - Gesellschaft zugleich negativ und positiv beeinflusst. Bei intensiver Beweidung wird die natürliche Pioniergesellschaft partiell zerstört, da die Tiere mit Vorliebe die stark salzhaltigen Pflanzen abfressen, so daß keine Samenproduktion mehr stattfinden kann. Auf der anderen Sei-

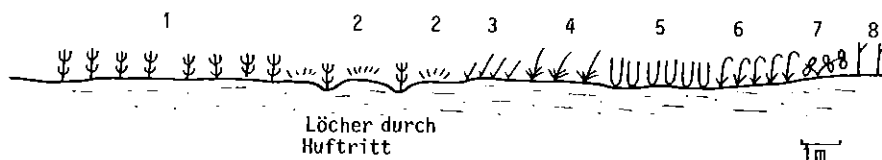
te werden durch die Hufe Löcher in die perennierenden Salzwiesen-Gesellschaften getreten, in denen sich bevorzugt *Salicornia* ansiedelt; hierbei handelt es sich allerdings nur um eine ephemere und kleinflächige Ausbildung der Gesellschaft (Abb. 77).

Synökologie

Die *Salicornia europaea* - Gesellschaft ist eine helophile und windharte Gemeinschaft, die nicht auf periodische Wasserstandsschwankungen angewiesen ist; sie kann auch auf Sandstrand wachsen, der nicht vom Tidenhub erreicht wird. Allerdings muß die Wasserversorgung gewährleistet sein, da die Wurzeln nur eine durchschnittliche Tiefe von 10 cm erreichen.

Für die Verbreitung der einzelnen Unterarten des Quellers sowie für die Vitalität sind verschiedene ökologische Faktoren von Bedeutung, wobei die Salinität wohl eine herausragende Rolle spielt. Der Salzgehalt im Bodenwasser kann stark variieren. LIETH (1964) stellte auf der Gaspé Peninsula einen NaCl-Gehalt von 2,3 bis 2,6 % in Queller - Beständen fest. Nach KÖNIG (1960) toleriert der europäische *Salicornia* einen Salzgehalt von 0,2 bis zu 14,0 % in der Bodenlösung; die heranwachsenden Keimlinge sollen mit der Zeit salztoleranter werden, d.h. mit fortschreitendem Alter höhere Cl-Werte ertragen können. Auf Newfoundland konnte hingegen beobachtet werden, daß in flachen Mulden mit hohem Salzgehalt (3,8 bis 4,5 %) die *Salicornia* -Exemplare nur kümmerlich gedeihen.

Das Bodenprofil der *Salicornia europaea* - Standorte zeigt einen nur wenige Millimeter mächtigen braungrauen A-Horizont über dem von Schwefeleisen schwarzen G-Horizont. Rostrote Oxydationszapfen sind im sandigen Substrat dort zu beobachten, wo Luft in



- | | |
|---------------------------------------------|----------------------------------|
| 1 = <i>Salicornia europaea</i> -Ges. | 5 = <i>Scirpetum rufi</i> |
| 2 = <i>Puccinellietum pauperculae</i> | 6 = <i>Juncetum gerardii</i> |
| 3 = <i>Plantago-Caricetum subspathaceae</i> | 7 = <i>Potentilletum egedii</i> |
| 4 = <i>Plantago maritima</i> -Ges. | 8 = <i>Juncus balticus</i> -Ges. |

Abb. 77: Schematische Darstellung der Vegetationsverteilung in den Seemarschen bei Stephenville Crossing, Newfoundland (7.8.1976)

die Wurzelröhren eindringen kann (vergl. TOXEN 1974).
 Der Boden der Queller-Standorte ist in der Regel wassergesättigt.

Synsystematik und Synchorologie

Die ostkanadischen Populationen der Sammelart *Salicornia europaea* wurden bisher noch nicht taxonomisch bearbeitet. Daher soll in dieser Arbeit der Oberbegriff *Salicornia europaea* L. s.l. verwendet werden, obwohl verschiedene Anzeichen darauf hindeuten, daß sich mehrere Taxa unterscheiden lassen. Physiognomisch sind zwei Ökotypen mit unterschied-

licher Wuchsform zu erkennen, die jeweils verschiedene Substrate bevorzugen. Nach dem gesammelten Material wurden folgende Typen angetroffen ¹⁾:

- *Salicornia brachystachya* G.F.W. Meyer sensu König (syn.: *Salicornia ramosissima* Woods)
- *Salicornia brachystachya* ssp. *gracilis* G.F.W. Meyer sensu König
- *Salicornia dolichostachya* Moss ssp. *strictissima* (K. Gram) P.W. Ball

Die *Salicornia europaea* - Gesellschaft wird der Klasse *Thero - Salicornietea* Pign. 1953 em. Tx. ap. Tx. et Oberd. 1958 zugeordnet (Tab. 1; 7).

Aus Ostkanada wurde von DANSEREAU (1959) ein Sa -

Tab. 7 : *Salicornia europaea* - Gesellschaft

Nr. d. Aufnahme:	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
Größe d. Probe fläche (m ²):	1	10	05	1	1	4	4	4	1	1	1	90	4	4	1	4	1	1	10	4	4	4	2
Vegetationsbedeckung (%):	50	40	40	60	60	60	70	70	70	60	60	80	90	90	80	80	80	80	30	30	60	60	60
Artenzahl:	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	3	3
<u>Kennart der Ass.:</u>																							
<i>Salicornia europaea</i>	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	5	5	5	5	5	5	5	3	3	4	4	4
<u>Begleiter:</u>																							
<i>Suaeda maritima</i> ssp. <i>maritima</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	.	.
<i>Spartina alterniflora</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	+
<i>Spergularia canadensis</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	1
<i>Puccinellia americana</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+

Nachweis der Vegetationsaufnahmen:

- 1 (27.8.76) Canovoy, Prince Edward Island
- 2 (26.8.75) Point au Mal, Newfoundland
- 3 (17.6.76) Cap de l'Est, Iles de la Madeleine
- 4 (12.8.76) Lawrencetown Beach, Nova Scotia
- 5 (23.8.76) St. Omer, Québec
- 6 (25.8.76) Richibucto, Newbrunswick
- 7 (26.8.76) Indian River, Prince Edward Island
- 8 (29.8.76) Plage du Havre Aubert, Iles de la Madeleine
- 9 (31.8.76) Cap N-Est, Iles de la Madeleine
- 10 (3.9.76) Cheticamp, Nova Scotia
- 11 (3.9.76) St. Anns Bay, Nova Scotia
- 12 (14.8.75) St. Paul, Newfoundland
- 13 (10.9.78) Pilley's Island, Newfoundland
- 14 (7.8.76) Stephenville Crossing, Newfoundland
- 15 (9.8.76) Marie Joseph, Nova Scotia
- 16 (20.8.76) Cacouna, Québec
- 17 (21.8.76) Capucine, Québec
- 18 (26.8.76) Cabot Prov. Park, Prince Edward Island
- 19 (26.8.76) Cabot Prov. Park, Prince Edward Island
- 20 (14.8.76) Rossway, Nova Scotia
- 21 (29.8.76) Plage du Havre Aubert, Iles de la Madeleine
- 22 (20.8.76) L'Ans au Portage, Québec
- 23 (14.8.76) Rossway, Nova Scotia

1) Herrn Konservator Kuhbier (Bremen) danke ich herzlich für die Hilfe bei der Bestimmung.

licornietum laurentianum beschrieben, das auf dem gleichen Kenntaxon (*Salicornia europaea*) beruht und floristisch nicht abweicht. BLOUIN et GRANDTNER (1971) belegten diese Assoziation mit einer Tabelle vom St. Lawrence River. Der von DANSEREAU gewählte Name mit einem geographischen Epitheton ist nach den Nomenklaturregeln jedoch illegitim und muß daher verworfen werden.

Die *Salicornia europaea* - Gesellschaft kommt im ostkanadischen Untersuchungsgebiet nahezu überall vor (Abb. 78). Auf Newfoundland erreicht die Gesellschaft offenbar ihre nördliche Verbreitungsgrenze; sie konnte dort nur an der NW- und SW-Küste nachgewiesen werden.

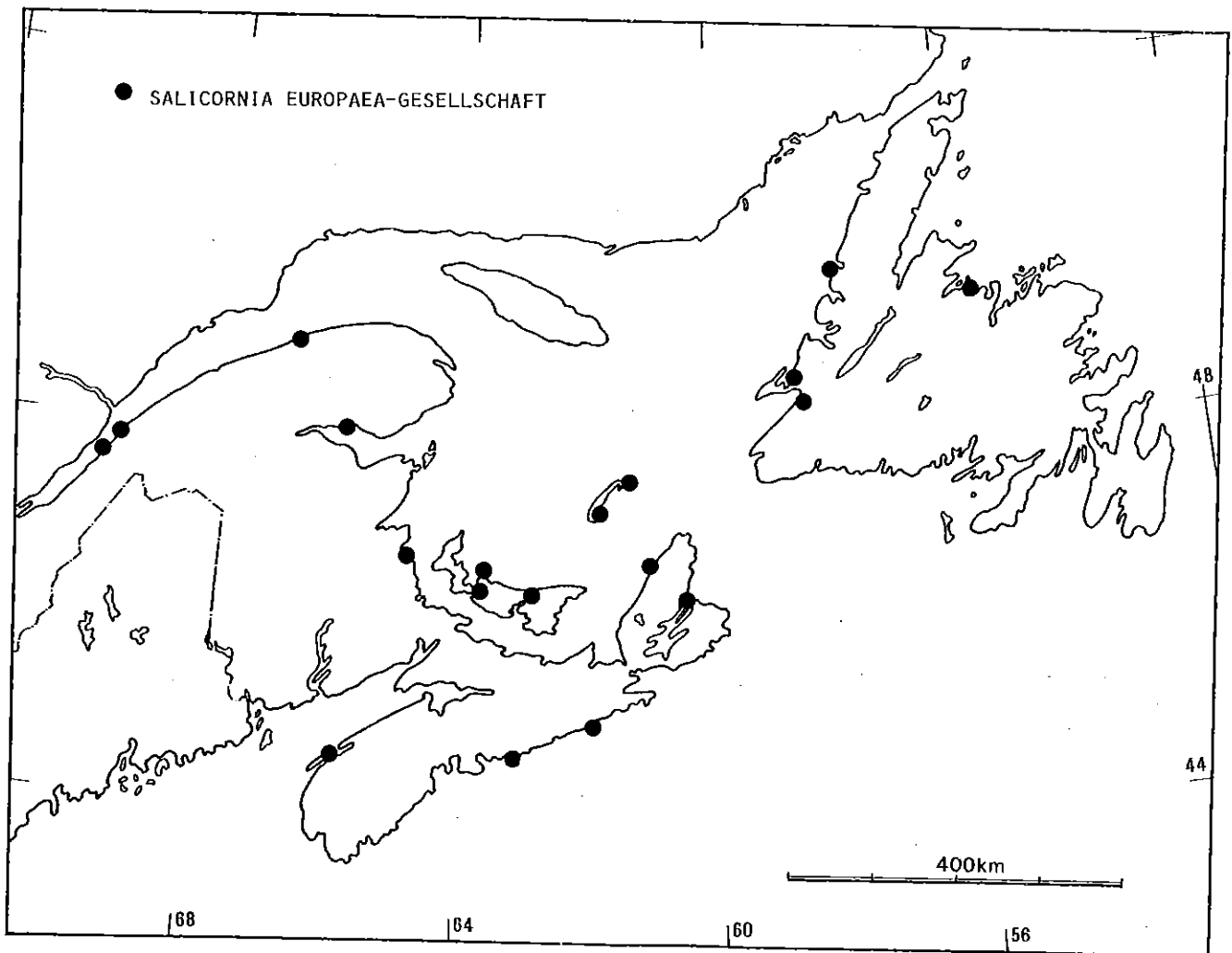


Abb. 78: Verbreitung der *Salicornia europaea* - Gesellschaft

5. *Spartinetum alterniflorae*
Corillion 1953
(syn.: *Fuco-Spartinetum alterniflorae* Blouin et Grandtner 1971)

Physiographie

Die ausdauernde Pioniergesellschaft besteht aus lockeren Beständen, die den eulitoralischen, oberen Mattenbereich einnehmen. Die seewärtige Grenze wird in Bereichen mit einer täglichen Überstauung von mehr als 20 Stunden erreicht.

Die tiefer wachsenden *Spartina alterniflora*-Bestände sind täglich 10 - 17 Stunden vom Wasser bedeckt, wobei jedoch durchweg nicht die gesamten Pflanzen unter Wasser stehen. Landeinwärts, wo der Schlickboden und damit das Wurzelsystem noch 2 - 4 Stunden vom Meerwasser überflutet wird, wird die Phytozönose meist von der *Spartina patens*-Gesellschaft begrenzt (s. Abb. 153 im Anhang).

Das *Spartinetum alterniflorae* besiedelt toniges bis sandiges Substrat mit einer wechselnd dicken Schlickauflage, bevorzugt in ruhigen Buchten. Die Gesellschaft säumt die Ufer mäandrierender Priele und kann dort weit landeinwärts vordringen (Abb. 79).

Physiognomie

Das *Spartinetum alterniflorae* bildet - abgesehen von den mit ihm vergesellschafteten Algen - meist mehr oder weniger reine Bestände. In der perennierenden Dauer-Pioniergesellschaft können als reliktsche Begleiter mit herabgesetzter Stetigkeit und Vitalität die Therophyten *Spergularia canadensis* und *Salicornia europaea* auftreten. Die zunächst an der MTNW-Linie einzeln wachsenden Horste von *Spartina alterniflora* fügen sich weiter landeinwärts bald zu einem geschlossenen Bestand zusammen (Abb. 80).

Spartina alterniflora erreicht eine Wuchshöhe von 50 cm bis 1 m; die dunkelgrünen Pflanzen wirken physiognomisch fast wie Hochgräser einer Savanne. Die Deckung in den Beständen ist so dicht, daß der Boden kaum Licht erhält.

In den tiefer gelegenen Partien der Salzwiesen ist die Assoziation spärlich entwickelt. Hier sind durch den Ebbstrom viele kleine, gewundene Rinnsale entstanden; außerdem kommen kleine und größere Tümpel von unterschiedlicher Tiefe vor, die bei Hochflut wassergefüllt werden. Diese mit sehr feinem Schlick bedeckten Mulden sind nur am Rand von *Spartina alterniflora* besiedelt (Abb. 81, p. 78).

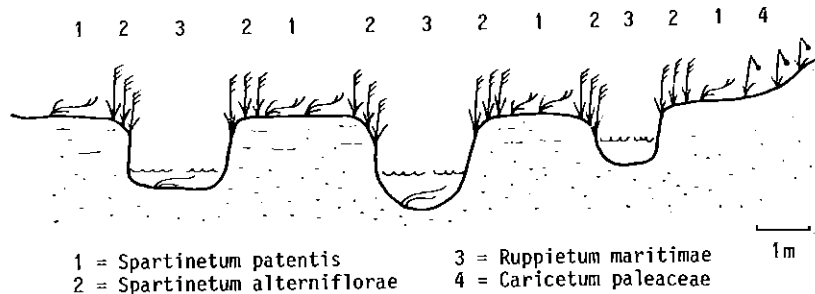


Abb. 79: Schematische Darstellung der Vegetationsverteilung in den Seemarschen bei Head of Chezzetcook, Nova Scotia (10.8.76)

Syndynamik und Synökologie

In Ostkanada spielt der konkurrenzstarke Rhizomgeophyt *Spartina alterniflora* bei der Landgewinnung eine größere Rolle als *Salicornia europaea*. Zwischen den *Spartina*-Trieben sammelt sich angeschwemmtes Material und erhöht den Boden, dessen Beständigkeit aufgrund der kräftigeren Durchwurze-

lung größer ist, als sie bei dem einjährigen Queller je sein kann.

Die Schlickgras-Bestände wachsen nicht auf sandigem Substrat und meiden Zonen starker Wasserbewegung. Je geschützter eine Bucht vor Wellenschlag ist, desto tiefer reichen die Vorposten von *Spartina alterniflora*.

In Nova Scotia und Newbrunswick haben *Spartina alter-*

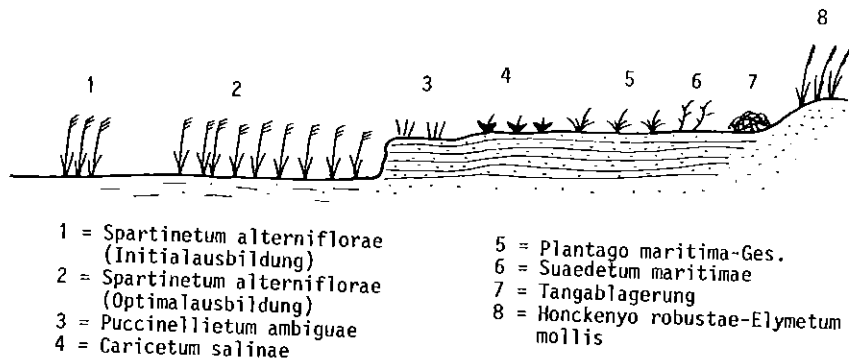


Abb. 80 : Schematische Darstellung der Strandvegetation auf dem Rest eines alten Marschbodens bei Capucine, Québec (21.8.1976)

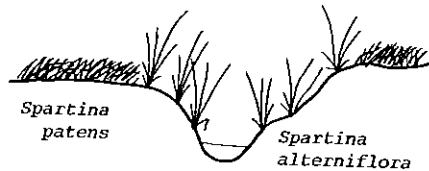


Abb. 81 : Schematische Zonierung durch eine Mulde

niflora - Bestände mehrere Meter mächtige marine Torfe gebildet, die heute infolge der Küstenabsenkung weit unter dem Meeresspiegel liegen und teilweise mit wechselnden Lagen von Sand und Schlick durchsetzt sind. Das organische Material der Torfschichten wird größtenteils von *Spartina alterniflora* als stärkstem Biomasse-Produzenten in den Salzwiesen gebildet: MANN (1972) stellte in Nova Scotia im *Spartinetum alterniflorae* fest, das jährlich eine Biomasse von 757 gr/m^2 an trockenem, oberirdischem Material vorhanden ist. Höhere Werte an Biomasse wurden in New Jersey mit 1592 gr/m^2 (SQUIERS and GOOD 1974) und North Carolina mit 2100 gr/m^2 (WILLIAMS and MURDOCH 1966) gemessen.

Schäden in den Beständen, die durch Beweidung hervorgerufen werden, treten kaum auf. Das Schlickgras wird vom Vieh nicht gefressen, daher wird die Vegetationsdecke auch durch Tritt nicht zerstört.

Durch die exponierte Lage an der Meer-Land-Linie ist die Assoziation jedoch stark den Auswirkungen des Eisganges ausgesetzt. Im Winter werden die toten, oberirdischen Stengel durch das Eis geschoren,

so daß in der Regel nur das Wurzelwerk erhalten bleibt. Oft wird die Pflanzendecke insgesamt durch den Frost hochgehoben. Durch Eispressung können dann große Stücke der Salzwiesenvegetation herausgerissen und weiter landeinwärts verfrachtet werden. Ein Großteil der Mulden im *Spartinetum* ist zweifellos auf diese Weise entstanden.

Spartina alterniflora bevorzugt gemäßigten NaCl-Gehalt, stellt aber hohe Anforderungen an die Eisennachlieferung (ADAMS 1963). TEAL and TEAL (1969) stellten durch Experimente fest, daß die Art im Süßwasser gut keimt, aber im salzhaltigen Bereich besser wächst. Daher ist es wohl zu erklären, daß die Vertiefungen in den jungen *Spartina* - Wiesen nur langsam verschwinden, da bei Ebbe das salzhaltige Seewasser nicht ablaufen kann und ein Keimen des Schlickgrases verhindert. Diese Beobachtungen werden auch durch Laborversuche von MOORING, COOPER and SENECA (1971) bestätigt, die zusätzlich noch eine Abhängigkeit des Wachstums von der Temperatur feststellten. Der Salzgehalt im Bodenwasser des *Spartinetum alterniflorae* beträgt nach Messungen auf der Gaspé Peninsula zwischen 1,8 und 2,2 % (LIETH 1964).

Die organische Masse des Schlickbodens wird unter Luftabschluß teilweise durch Schwefelbakterien zersetzt.

Synsystematik und Synchronologie

Die *Spartina* - Gesellschaften haben keine verbindenden Arten, die als Verbands- oder Ordnungs-Kennarten

gewertet werden können. Sie werden somit nach dem Kenntaxon *Spartina* zur Klasse *Spartinetea* Tüxen 1961 vereinigt.

Die Assoziation kann den folgenden höheren Einheiten zugeordnet werden:

Spartinetalia alterniflorae Knapp 1964

Spartinion alterniflorae Knapp 1961

In Tabelle 8 wurden die im ostkandischen Untersuchungsgebiet gewonnenen Aufnahmen zusammengefaßt und dem europäischen *Spartinetum alterniflorae* Corillion 1953 zugeordnet. Die Assoziationsbeschreibungen aus Ostkanada von DANSEREAU (1959) und BLOUIN et GRANDTNER

(1971) stimmen mit der Erstbeschreibung von CORILLION (1953) aus der Bretagne floristisch völlig überein. Es besteht somit keine Veranlassung, diese Assoziation nicht auch für Ostkanada mit zu übernehmen.

BLOUIN et GRANDTNER stellten 1971 neben dem *Spartinetum alterniflorae* zusätzlich noch ein *Fuco-Spartinetum alterniflorae* auf und belegten diese Assoziation mit einer Aufnahme vom St. Lawrence River, wobei *Fucus* allerdings nicht näher bestimmt wurde. Diese Gesellschaft wurde daher als Synonym zum *Spartinetum alterniflorae* angesehen.

Das ostkanadische *Spartinetum al-*

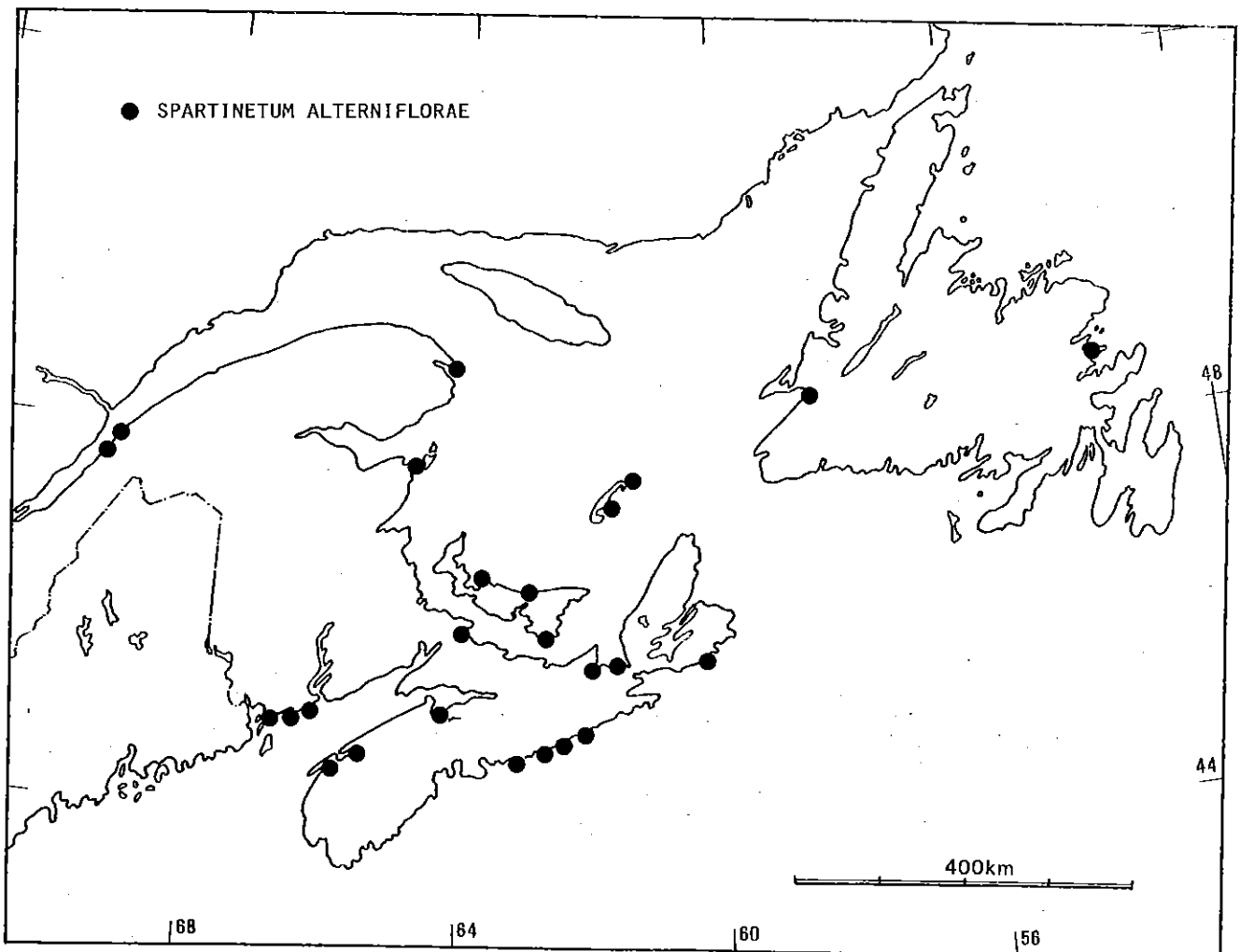


Abb. 82: Verbreitung des *Spartinetum alterniflorae*

terniflora wird durch zwei Subassoziationen und fünf Varianten repräsentiert (Tab. 8). Die typische Subassoziation Corillion 1953, auch in Europa verbreitet (vergl. BEEFTINK et GEHU 1973), verkörpert in Ostkanada die Initial- und Optimalausbildung der Assoziation. Die Varianten der Typischen Subassoziation stellen Überlagerungen mit benachbarten Therophyten - Gesellschaften dar. Die Subassoziation von *Plantago maritima* subass. nov. bildet die Degenerationsausbildung und kommt auf erhöhtem Bodensubstrat vor. Sie wurde bislang nur in Ostkanada beobachtet.

Die europäischen Populationen von *Spartina alterni-*

flora sind aus Nordamerika eingeschleppt und wachsen in isolierten Vorkommen in der Bretagne, in S-England und in NE-Spanien (BEEFTINK et GEHU 1973, LORIENTE 1975). Das englische Reisgras (*Spartina townsendii*) wurde 1878 bei Southampton entdeckt; es wird als allotetraploide bastardbürtige Art aus der eingeschleppten *Spartina alterniflora* und der einheimischen *Spartina maritima* aufgefaßt.

Im ostkanadischen Untersuchungsgebiet erreicht das Schlickgras etwa in E-Newfoundland seine nördliche Arealgrenze und ist nur noch stellenweise bestandsbildend. Das Schwergewicht der Assoziationsverbreitung liegt im südlichen Teil des Gulf of St. Lawrence (Abb. 82).

6. *Spartinetum patentis* (Dansereau 1959) Blouin et Grandtner 1971

Physiographie und Physiognomie

Die Gesellschaft ist physiognomisch wohl die bezeichnendste Salzwiesen - Phytozönose. Die relativ homogenen Bestände mit der hochwüchsigen, schmalblättrigen Art *Spartina patens* ähneln denen von Fettwiesen vor der Mahd. In den Seemarschen Ostkanadas nimmt das *Spartinetum patentis* im Vergleich zu allen anderen Assoziationen den flächenmäßig größten Teil ein.

Die Gesellschaft gedeiht auf schlickigem bis sandigem Boden. Ihr Hauptvorkommen liegt - landeinwärts überhalb des *Spartinetum alterniflorae* - über der MHW-Linie und wird nur bei Springtidenhochwasser oder extremem Hochwasser überflutet (Abb. 83 sowie Abb. 153 im Anhang).

Physiognomisch ganz bezeichnend sind im Sommer in den *Spartina patens* - Wiesen die sogenannten 'Windellen' ('cow-licks', TAYLOR 1938). Hier handelt es sich - wie bei Getreidefeldern - um Grashalme, die vom Sturm niedergedrückt wurden und sich nicht mehr aufrichten konnten. Das Gras wächst in dieser neuen Lage weiter (Abb. 84 sowie Abb. 156 im Anhang). Dabei wird allmählich eine sauber geschichtete Streu-

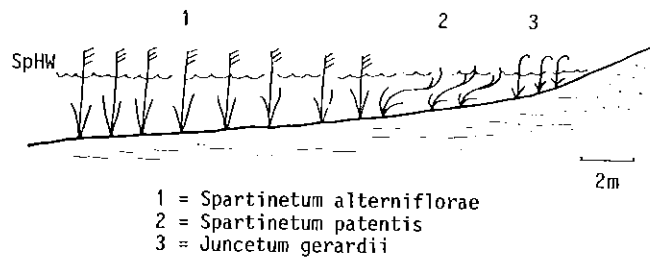
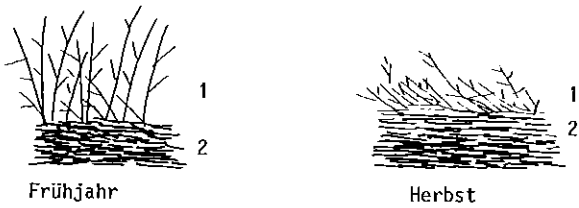


Abb. 83: Schematische Darstellung der Vegetationsverteilung in einer Salzwiese bei Springtidehochwasser Little Sands, Prince Edward Island (1. 9.1976)

decke gebildet, da die Pflanzen im Herbst nach dem Absterben normalerweise nicht durch Flut oder Wind abgetragen werden.

die kaum andere Arten mit höherer Mächtigkeit einzudringen vermögen.



1 = lebendes Material
 2 = organisches Material von früheren Jahren

Abb. 84: Schematische Darstellung von *Spartina patens*

Spartina patens reicht mit ihrem feinen Wurzelsystem in den salzigen Bodenwasserhorizont, der durch Ebbe und Flut reguliert wird. Die Art wird als fakultativer Halophyt angesehen. Sie toleriert eine Salinität von 0,5 bis 40 ‰ (CHAPMAN 1940). LIETH stellte 1964 auf der Gaspé Peninsula im Bodenwasser von *Spartina patens* - Beständen einen Salzgehalt von 1,8 bis 2,2 ‰ fest.

Die Bodenqualität im *Spartinetum patentis* ist gering, da durch die starke Beschattung das Austrocknen der Oberfläche verzögert und die Oxydation (Bildung von verfestigten Eisenhydroxyden) verringert wird.

Syndynamik und Synökologie

Das *Spartinetum patentis* stellt eine sehr dichte und stabile Gesellschaft dar, in

In früheren Jahren war das *Spartinetum patentis* der Hauptlieferant des Salzheus. Die Angaben zur Biomasse - Produktion vom trockenen, oberirdischem Pflanzenmaterial von *Spartina patens* reichen von 503 gr/m² im Staat New York (UDELL et al. 1969) bis zu 850 gr/m² in Virginia (WASS and WRIGHT

Tab. 9: *Spartinetum patentis*

1 = Subassoziation von *Spartina alterniflora*

2 = Typische Subassoziation

3 = Subassoziation von *Limonium nashii*

	1															2															3																	
Nr.-d. Aufnahme:	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	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48
Größe d. Probefläche (m ²):	4	4	2	10	10	4	1	40	10	2	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	10	4	4	4	4	10	10	2	4	4	4	4	4	10	4	4	10	4	4	10	4	4	10	10	10	10	10	
Vegetationsbedeckung (%):	95	95	90	80	95	90	75	80	99	99	99	99	99	99	99	90	80	99	80	99	99	99	99	99	95	95	90	90	90	90	90	95	95	95	90	95	95	95	95	90	95	95	90	95	90	70	80	75
Artenzahl:	2	2	2	2	2	3	1	1	1	1	1	1	1	2	2	3	3	3	3	3	3	3	4	4	3	3	3	3	2	3	3	4	3	4	3	4	3	4	3	4	3	4	6	7	6	7	6	

Kennart der Ass.:	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5							
<i>Spartina patens</i>																																																								
<u>Irennarien</u> d. Subass.:																																																								
<i>Spartina alterniflora</i>	1	1	1																																																					
<i>Limonium nashii</i>																																																								
Kennarten d. höh. Einheiten:																																																								
<i>Puccinellia americana</i>																																																								
<i>Distichlis spicata</i>																																																								
Begleiter:																																																								
<i>Plantago maritima</i>																																																								
<i>Atriplex acadensis</i> u. spec.																																																								
<i>Suaeda maritima</i> u. calceol.																																																								
<i>Glaux maritima</i>																																																								
<i>Triglochin maritima</i>																																																								
<i>Potentilla egedii</i>																																																								
<i>Salicornia europaea</i>																																																								
<i>Festuca rubra</i>																																																								

Nachweis der Vegetationsaufnahmen:

1	(20.8.76)	L'Ans au Portage, Québec	23	(11.8.76)	Lawrencetown Beach, Nova Scotia
2	(22.8.76)	Pabos Mills, Québec	24	(11.8.76)	Lawrencetown Beach, Nova Scotia
3	(11.8.76)	Lawrencetown Beach, Québec	25	(10.8.76)	Head of Chezzetcook, Nova Scotia
4	(23.8.76)	St. Omer, Québec	26	(10.8.76)	Head of Chezzetcook, Nova Scotia
5	(13.8.76)	Wolfville, Nova Scotia	27	(9.8.76)	Havre Boucher, Nova Scotia
6	(13.8.76)	Annapolis, Nova Scotia	28	(1.9.76)	Gladstone, Prince Edward Island
7	(9.8.76)	Havre Boucher, Nova Scotia	29	(10.8.76)	Spry Bay, Nova Scotia
8	(9.8.76)	Havre Boucher, Nova Scotia	30	(29.8.76)	Havre Aubert, Iles de la Madeleine
9	(10.8.76)	Musquodoboit Harbour, Nova Scotia	31	(9.8.76)	Havre Boucher, Nova Scotia
10	(22.8.76)	Barachois, Québec	32	(10.8.76)	Head Jeddore, Nova Scotia
11	(22.8.76)	Port Daniel, Québec	33	(14.8.76)	Chance Harbour, New Brunswick
12	(25.8.76)	College Bridge, New Brunswick	34	(24.8.76)	Lower Caraquet, New Brunswick
13	(13.8.76)	Wolfville, Nova Scotia	35	(27.8.76)	Canavoy, Prince Edward Island
14	(13.8.76)	Wolfville, Nova Scotia	36	(24.8.76)	Lameque, New Brunswick
15	(14.8.76)	Waterford, Nova Scotia	37	(3.9.76)	St. Ann's Bay, New Brunswick
16	(10.8.76)	Head Jeddore, Nova Scotia	38	(23.8.76)	St. Godefroy, Québec
17	(9.8.76)	Marie Joseph, Nova Scotia	39	(25.8.76)	Shediac Bay, New Brunswick
18	(1.9.76)	Little Sands, Prince Edward Island	40	(25.8.76)	Shediac Bay, New Brunswick
19	(14.8.76)	Waterford, Nova Scotia	41	(26.8.76)	Cabot Prov. Park, Prince Edward Island
20	(13.8.76)	Wolfville, Nova Scotia	42	(26.8.76)	Cabot Prov. Park, Prince Edward Island
21	(14.8.76)	Roxville, Nova Scotia	43	(27.8.76)	Tracadie Bay, Prince Edward Island
22	(17.6.76)	Cap de l'Est, Iles de la Madeleine	44	(19.8.76)	Rivière du Loup, Québec
			45	(19.8.76)	Rivière du Loup, Québec
			46	(19.8.76)	Rivière du Loup, Québec
			47	(19.8.76)	Rivière du Loup, Québec
			48	(19.8.76)	Rivière du Loup, Québec

1969). Heutzutage werden diese Wiesen in der Regel nicht mehr gemäht. 1937 konnte CHAPMAN allerdings noch beobachten, daß sich bei Wolfville (Nova Scotia) durch das damals noch übliche Mähen der *Spartina patens* - Wiesen *Puccinellia americana* ausbreitete.

Die frühere intensive Heunutzung oder die heute eher übliche Beweidung verändern nicht nur die Zusammensetzung des *Spartinetum patentis*, sondern können dieses auch völlig zerstören und somit die Entwicklung anderer Gesellschaften ermöglichen. So konnte festgestellt werden, daß z.B. auf Prince Edward Island durch Beweidung der *Spartina patens* - Bestände ganz offensichtlich *Limonium nashii* gefördert wird.

Synsystematik und Synchronologie

Die Assoziation wurde von DANSEREAU (1959), BLOUIN et GRANDTNER (1971) und GRANDTNER (1976, 1977) aus der Provinz Québec beschrieben, und von BLOUIN et GRANDTNER (1971) zuerst mit Vegetationsaufnahmen belegt.

Das *Spartinetum patentis* wird folgenden höheren Einheiten zugeordnet:

Spartinetea Tüxen 1961

Spartinetalia alterniflorae Knapp 1964

Limonio - Spartinion patentis Knapp 1975

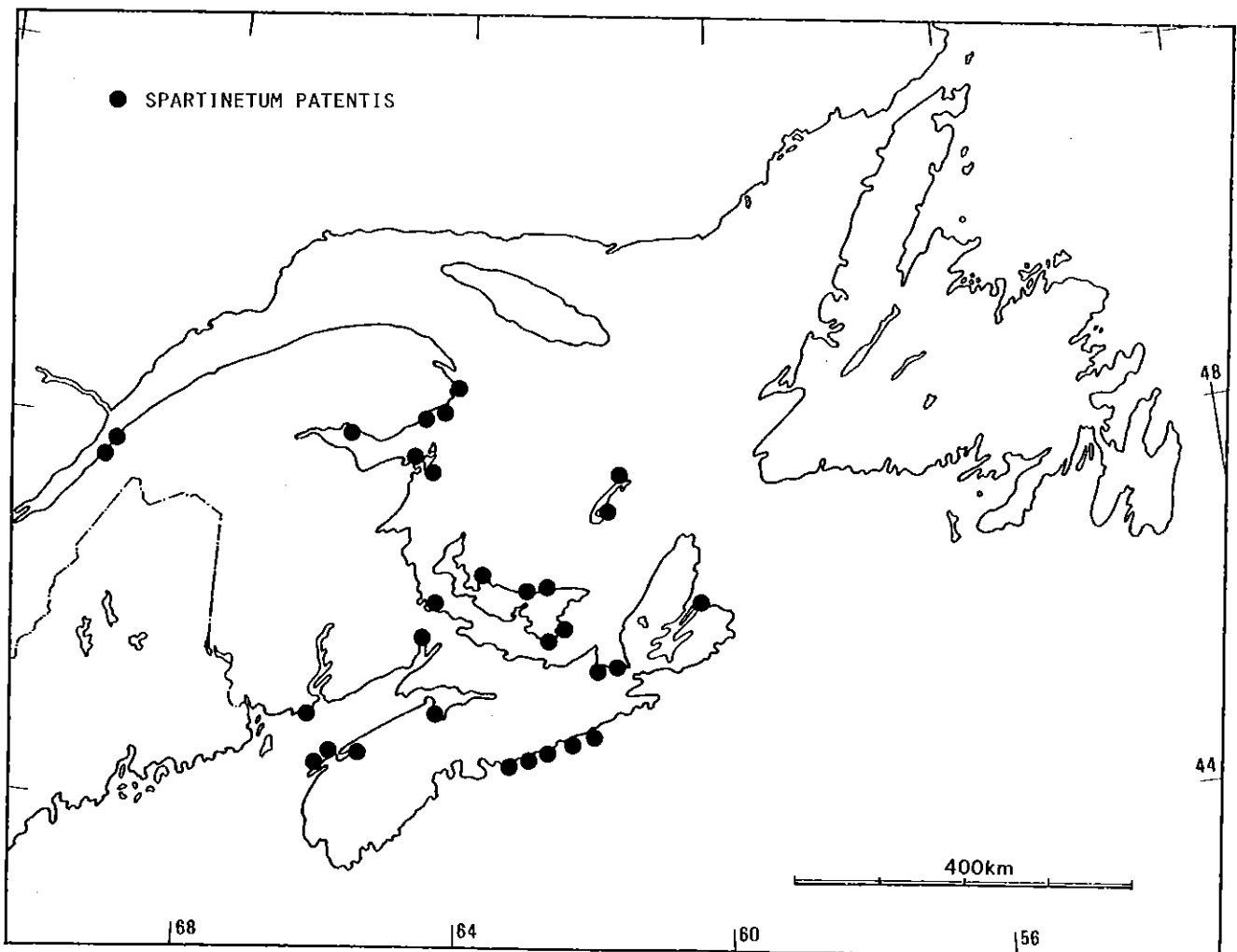


Abb. 85: Verbreitung des *Spartinetum patentis*

Für die Bestände des *Spartinetum patientis* im ostkanadischen Untersuchungsgebiet konnte eine Reihe von Untereinheiten ausgeschieden werden (Tab. 9). Die Subassoziatio von *Spartina alterniflora* subass. nov. ist wohl als Entwicklungsrelikt aus dem tiefer gelegenen *Spartinetum alterniflorae* anzusehen. In der Typischen Subassoziatio subass. nov. können annuelle, nitrophytische Arten wie *Atriplex acadiensis*, *Atriplex prostrata*, *Atriplex* sect. *teutliopsis*, sowie *Suaeda maritima* und *Suaeda calceoliformis* vorkommen. Die Subassoziatio von *Limonium nashii* subass. nov. tendiert zum *Limonietum nashii*. Die erhöhte Artenzahl in dieser Subassoziatio deutet auf einen Abbau der Phytozönose als Beweidungsfolge hin.

Das Hauptvorkommen des *Spartinetum patientis* befindet sich an der atlantischen Küste der Vereinigten Staaten. Die Assoziatio ist daher im ostkanadischen Untersuchungsgebiet nur im südlicher gelegenen Teil anzutreffen und zwar an den Schlickküsten von Nova Scotia, Newbrunswick, Prince Edward Island, der Gaspé Peninsula und den Iles de la Madeleine (vergl. Abb. 85).

Auch an den Küsten des Mittelmeeres kommt die in Europa eingewanderte *Spartina patens* vor, allerdings in einer vom Hauptareal abweichenden Vergesellschaftung (BEEFTINK et GEHU 1973, KORTEKAAS, VAN DER MAAREL and BEEFTINK 1976).

7. *Limonietum nashii* (Dansereau
1959) ass. nov.

Physiographie und Physiognomie

Die Assoziation zieht sich oberhalb der MHW-Linie meistens als schmales Band in oder unterhalb der *Spartina patens* - Wiesen entlang (Abb. 86). Seewärts schließt sich in der Regel das *Puccinellietum*

americanae oder die *Plantago maritima* - Gesellschaft an.

Nur an wenigen Stellen nimmt das *Limonietum nashii* größere Flächen ein (Abb. 157 im Anhang). Die Assoziation steht dabei bevorzugt in seichten Senken, die sich bei Hochwasser füllen. Interessant ist, daß sie nur dort vorkommt, wo *Spartina alterniflora* fehlt.

Nach der vorherrschenden Lebensform ist die Phytozönose eine Hemikryptophytengemeinschaft.

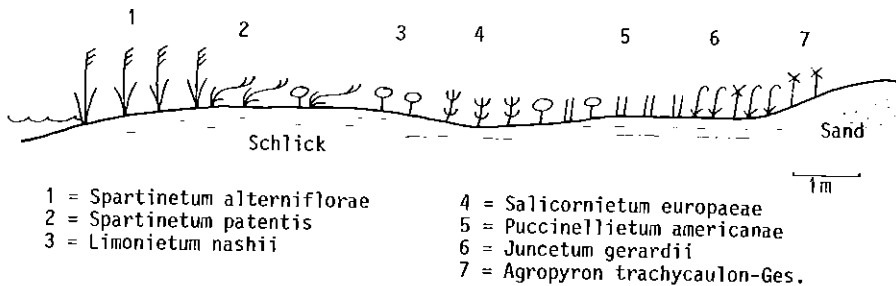


Abb. 86: Schematische Darstellung der Strandvegetation an der St. Anns Bay, Nova Scotia (3. 9. 1976)

Syndynamik und Synökologie

Das *Limonietum nashii* entspricht standörtlich etwa dem *Juncetum gerardii* an der Ostsee. Durch Beweidung werden beide Assoziationen gefördert.

Das trifft im Bereich der Nord- und Ostsee ebenfalls auf *Limonium vulgare* zu. Nach Untersuchungen von KLOSS und SUCCOW (1966), KLOSS (1969) und BOORMAN (1971) wird die Art auf mäßig beweideten Flächen begünstigt.

Die heutigen, teilweise recht ausgedehnten Bestände mit *Limonium nashii* auf Prince Edward Island sind also mit Sicherheit anthropogen bedingt. Beobachtungen über eine Sukzession der Assoziation liegen bislang nicht vor.

Auch über die ökologischen Ansprüche der Phytozönose ist bisher so gut wie nichts bekannt, jedoch enthält die Assoziation eine Reihe annueller Nitrophyten (*Atriplex* und *Suaeda*), deren Auftreten wohl auf das Vorhandensein von Spülsaumlagerungen zurückzuführen ist und die auf einen für eine Salzwiesengesellschaft recht großen Nährstoffanspruch hinweisen.

Das Bodenprofil zeigt eine sehr dünne Humusschicht und einen 2 - 8 cm mächtigen, schwach wasserdurchlässigen Torf mit einer darunter liegenden Schicht von sandigem Schlamm.

Synsystematik und Synchronologie

DANSEREAU erwähnt 1959 eine *Limonium nashii* - Gesellschaft für die Chalaeur Bay (Québec), ohne sie jedoch näher zu beschreiben. Auch CHAPMAN (1970) nennt von NE-Amerika ein *Eco-Limonietum nashii*, ebenfalls ohne näher auf Einzelheiten einzugehen.

Nach dem bisher vorliegenden Material erscheint die Aufstellung einer eigenen Assoziation jedoch gerechtfertigt (Tab. 10). *Limonium nashii* ist die einzige Kennart der Phytozönose. Soziologisch läßt sich das *Limonietum nashii* dem Verband *Limonio-Spartinion patentis* Knapp 1975 innerhalb der *Spartinetalia alterniflorae* Knapp 1964 zuordnen.

Das *Limonietum nashii* wurde in Ostkanada bisher nur auf Prince Edward Island, Newbruns-

wick und Nova Scotia angetroffen (vergl. Abb. 87).
Es ist jedoch anzunehmen, daß die Gesellschaft ein

weitaus größeres Areal einnimmt.

Tab. 10: *Limonium nashii*

Nummer der Aufnahme:	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Größe d. Probefläche (m ²):	1	4	4	10	4	4	4	4	4
Vegetationsbedeckung (%):	80	85	65	60	90	80	80	85	90
Artenzahl:	4	5	4	5	4	6	6	6	6
<hr/>									
<u>Kennart der Ass.:</u>									
<i>Limonium nashii</i>	5	5	5	4	4	5	5	5	5
<u>Kennarten d. höh. Einheit.:</u>									
<i>Spartina patens</i>	.	+	+	1	3	3	3	3	2
<i>Puccinellia americana</i>	1	1	1	1	+	.	.	.	.
<u>Begleiter:</u>									
<i>Plantago maritima</i>	.	.	+	.	2	2	3	2	3
<i>Suaeda maritima</i>	2	.	.	+	.	3	3	1	3
<i>Atriplex spec.</i>	.	+	.	.	.	1	1	+	r
<i>Glaux maritima</i>	.	1	.	.	.	1	1	1	2
<i>Salicornia europaea</i>	1	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Spergularia marina</i>	.	.	.	1	.	.	.	.	.

Nachweis der Vegetationsaufnahmen:

- 1 (3.9.76) St. Anns Bay, Nova Scotia
- 2 (23.8.76) Dalhousie, New Brunswick
- 3 (1.9.76) Gladstone, Prince Edward Island
- 4 (1.9.76) Gladstone, Prince Edward Island
- 5 (1.9.76) Gladstone, Prince Edward Island
- 6 (28.8.76) Souris, Prince Edward Island
- 7 (28.8.76) Souris, Prince Edward Island
- 8 (28.8.76) Souris, Prince Edward Island
- 9 (28.8.76) Souris, Prince Edward Island

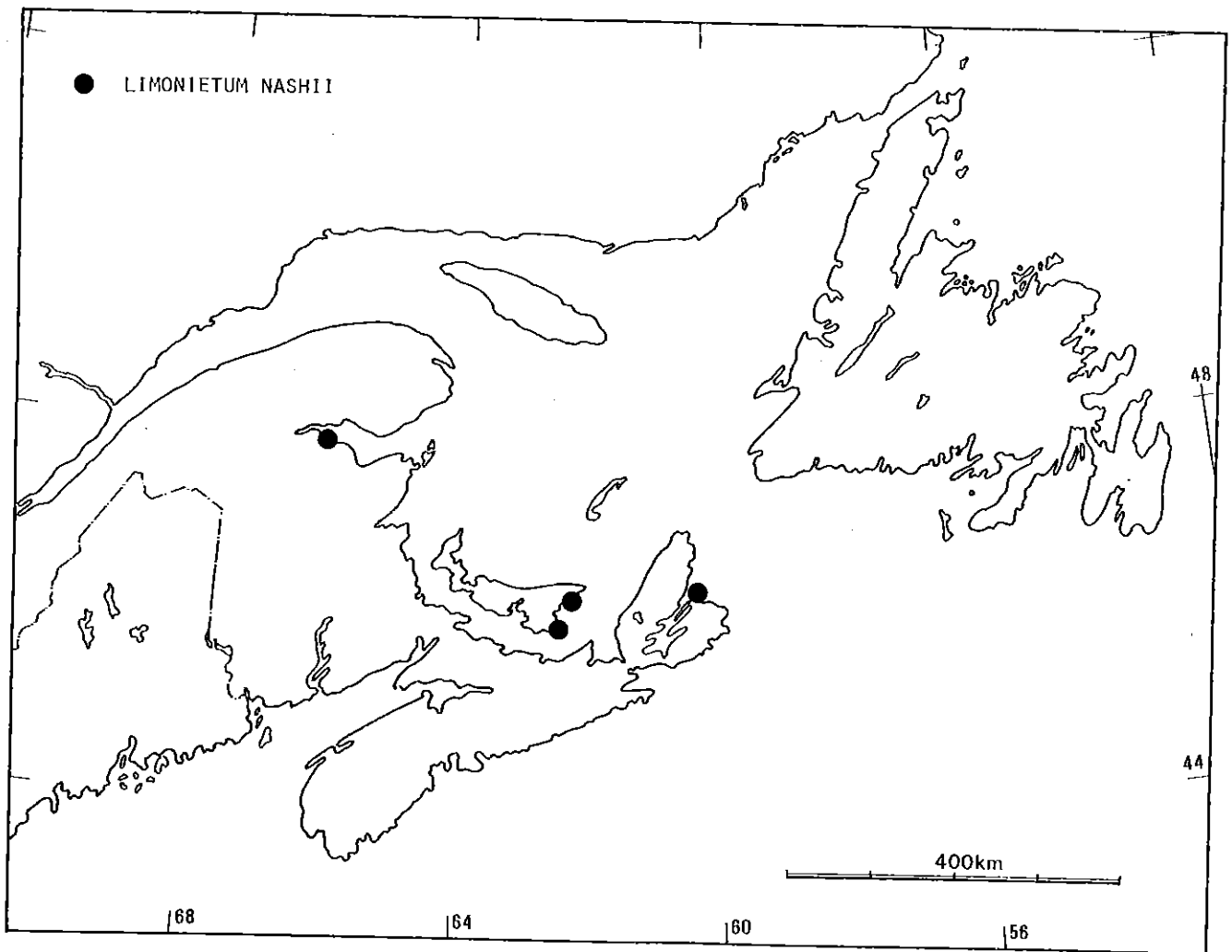


Abb. 87: Verbreitung des *Limonietum nashii*

8. *Puccinellietum americanae* n. sp. nov.

Physiographie und Physiognomie

Die Assoziation ist über dem mittleren Tidenhochwasser, wo sie nur noch episodisch vom Meereswasser erreicht wird, anzutreffen. Große *Puccinellia americana* - Bestände bilden sich in *Spartina patens* - Wiesen in Vertiefungen, in denen der Chloridgehalt des Bodens höher liegt als in den umgebenden Flächen. Aus dem gleichen Grund wächst die Gesellschaft auch an Lagunenrändern. Der Chloridgehalt kann an diesen Standorten so extrem hoch sein, daß dort keine anderen Phanerogamen mehr existieren können.

Das *Puccinellietum americanae* ist im Untersuchungsgebiet mit 30 bis 40 cm die hochwüchsigste *Puccinellia* - Gesellschaft. Das fahlgelbe Gras kann bei günstigen Bedingungen dichte Vegetationsdecken bilden.

Kleine, offene Vertiefungen an den Standorten der Assoziation werden meist von Therophyten (*Salicornia* und *Atriplex*) eingenommen (Abb. 88).

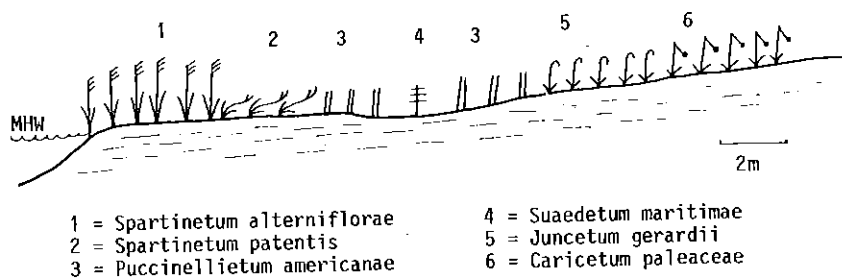


Abb. 88 : Schematische Darstellung der Vegetationsverteilung in den Seemarschen bei Fort Beausejour, New Brunswick (26.8.1976)

Synsystematik und Synchorologie

Die Art *Puccinellia americana* wurde von SØRENSEN (1953) zuerst beschrieben; sie schließt die *Puccinellia maritima* vieler amerikanischer Autoren mit ein. In den meisten ostkanadischen Floren, außer bei ROLAND and SMITH (1969), wird *Puccinellia americana* jedoch noch nicht erwähnt. Die Art ist an der nordatlantischen Küste verbreitet und unterscheidet sich von der europäischen *Puccinellia maritima* (Huds.) Part. in physiognomischer, ökologischer und soziologischer Hinsicht (FERNALD and WEATHERBY 1961).

Syndynamik und Synökologie

Über Sukzessionsvorgänge liegen bislang keine detaillierten Beobachtungen vor.

Puccinellia americana kann nicht - wie *Puccinellia ambigua* und *Puccinellia paupercula* - an der offenen Brandungszone wachsen, sie ist auch keine echte Schlickart wie *Salicornia europaea* und *Spartina alterniflora*. Ebenso wenig verträgt die Art lang andauernde Staunässe.

Dagegen kann das *Puccinellietum americanae* in relativ trockenen Mulden der Salzwiesen eine dichte Vegetationsdecke bilden. Erreicht der Chloridgehalt des Bodens zu hohe Werte, lockert sich die Pflanzendecke in einzelnen stehende Horste auf, die Schlickoberfläche zeigt an den nun offenen Stellen dann infolge Salzausfällungen eine markante, weißliche Färbung. Charakteristisch für die tonigen Böden der Standorte sind am Ende des Sommers die polygonal verlaufenden Trockenrisse. Genauere Untersuchungen über die ökologischen Ansprüche von Art und Gesellschaft stehen derzeit noch aus.

Es erscheint daher also auch als gerechtfertigt, eine eigene Assoziation für das östliche Nordamerika aufzustellen (Tab. 11), um die *Puccinellia americana* - Bestände gegen das europäische *Puccinellietum maritimae* abzugrenzen. Soziologisch ist die amerikanische Assoziation dem Verband *Limonio - Spartinion patentis* Knapp 1975 innerhalb der *Spartinetalia alterniflorae* Knapp 1964 zuzuordnen.

Das *Puccinellietum americanae* ist in vier Subassoziationen zu untergliedern, wobei die Kennarten der Subassoziationen (*Limonium*

Tab. 11 : Puccinellietum americanae

- 1 = Typische Subassoziation
 2 = Subassoziation von *Spartina alterniflora*
 3 = Subassoziation von *Limonium nashii*
 4 = Subassoziation von *Spartina patens*

	1		2		3		4																			
Nr. der Aufnahme:	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
Größe d. Probefläche (m ²):	4	4	1	10	1	4	1	10	4	10	4	10	4	4	4	4	4	4	10	4	1	40	4	10	4	1
Vegetationsbedeckung (%):	80	99	70	80	70	80	80	99	99	80	80	75	60	95	90	95	85	80	75	60	80	99	80	99	99	80
Artenzahl:	1	2	3	3	5	4	1	3	3	6	4	5	4	5	4	4	6	5	6	5	4	4	4	2	2	2
<u>Kennart der Ass.:</u>																										
<i>Puccinellia americana</i>	5	5	4	5	4	5	5	5	5	5	5	5	4	5	5	5	5	5	5	4	5	5	5	5	5	5
<u>Trennarten d. Subass.:</u>																										
<i>Spartina alterniflora</i>	.	.	.	.	1	1	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Limonium nashii</i>	.	.	.	.	.	.	.	1	1	2	2	2	2	1	3	3	2	1	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Spartina patens</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	r	+	1	+	+	+	1	1	1	2
<u>Begleiter:</u>																										
<i>Suaeda maritima</i>	.	.	.	+	+	+	.	+	.	+	+	+	.	1	+	1	1	+	1	+	.	2	.	.	.	.
<i>Salicornia europaea</i>	.	.	+	r	+	+	.	.	.	+	.	1	1	.	.	.	+	+	+	.	.	+	.	.	.	.
<i>Plantago maritima</i>	.	.	.	.	.	.	.	1	1	+	+	2	1	.	.	.	.	+	+	+	.	.	.	.	.	.
<i>Atriplex spec.</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Spergularia spec.</i>	.	r	+	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Glaux maritima</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	2	2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.

Nachweis der Vegetationsaufnahmen:

- 1 (26.8.76) Indian River, Prince Edward Island
- 2 (26.8.76) Fort Beausejour, Newbrunswick)
- 3 (14.8.76) Waterford, Nova Scotia
- 4 (26.8.76) Fort Beausejour, Newbrunswick
- 5 (29.8.76) Portage du Cap, Iles de la Madeleine
- 6 (14.8.76) Rossway, Nova Scotia
- 7 (13.8.76) Wolfville, Nova Scotia
- 8 (26.8.76) Fort Beausejour, Newbrunswick
- 9 (25.8.76) Sackville, Newbrunswick
- 10 (24.8.76) Lamèque, Newbrunswick
- 11 (24.8.76) Lower Carquet, Newbrunswick
- 12 (24.8.76) Lamèque, Newbrunswick
- 13 (24.8.76) Lamèque, Newbrunswick
- 14 (3.9.76) St. Anns Bay, Nova Scotia
- 15 (3.9.76) St. Anns Bay, Nova Scotia
- 16 (3.9.76) St. Anns Bay, Nova Scotia
- 17 (24.8.76) Lower Carquet, Newbrunswick
- 18 (24.8.76) Lower Carquet, Newbrunswick
- 19 (24.8.76) Lamèque, Newbrunswick
- 20 (25.8.76) Upper Dorchester, Newbrunswick
- 21 (29.8.76) Havre Aubert, Iles de la Madeleine
- 22 (14.8.76) Rossway, Nova Scotia
- 23 (14.8.76) Roxville, Nova Scotia
- 24 (25.8.76) College Bridge, Newbrunswick
- 25 (25.8.76) College Bridge, Newbrunswick
- 26 (3.9.76) St. Anns Bay, Nova Scotia

nashii, *Spartina alterniflora*, *Spartina patens*) zugleich Kennarten der höheren Einheiten darstellen. Die Subassoziationen wurden nach Wasserstufen geordnet; es handelt sich um folgende Einheiten:

- Typische Subassoziation subass. nov.
- Subassoziation von *Spartina alterniflora* subass. nov.
- Subassoziation von *Limonium nashii* subass. nov.
- Subassoziation von *Spartina patens* subass. nov.

Unter den Begleitern aller Untereinheiten fällt

die große Zahl der Therophyten mit nur geringer Artmächtigkeit auf.

Das *Puccinellietum americanae* ist im Untersuchungsgebiet - wie die meisten *Spartinetea*-Gesellschaften - vorwiegend in südlicher gelegenen Gebieten anzutreffen (vergl. Abb. 89).

Über die weitere Verbreitung der Assoziation läßt sich gegenwärtig keine Aussage machen, da vergleichende Untersuchungen über einen größeren Raum hinweg zur Zeit noch ausstehen.

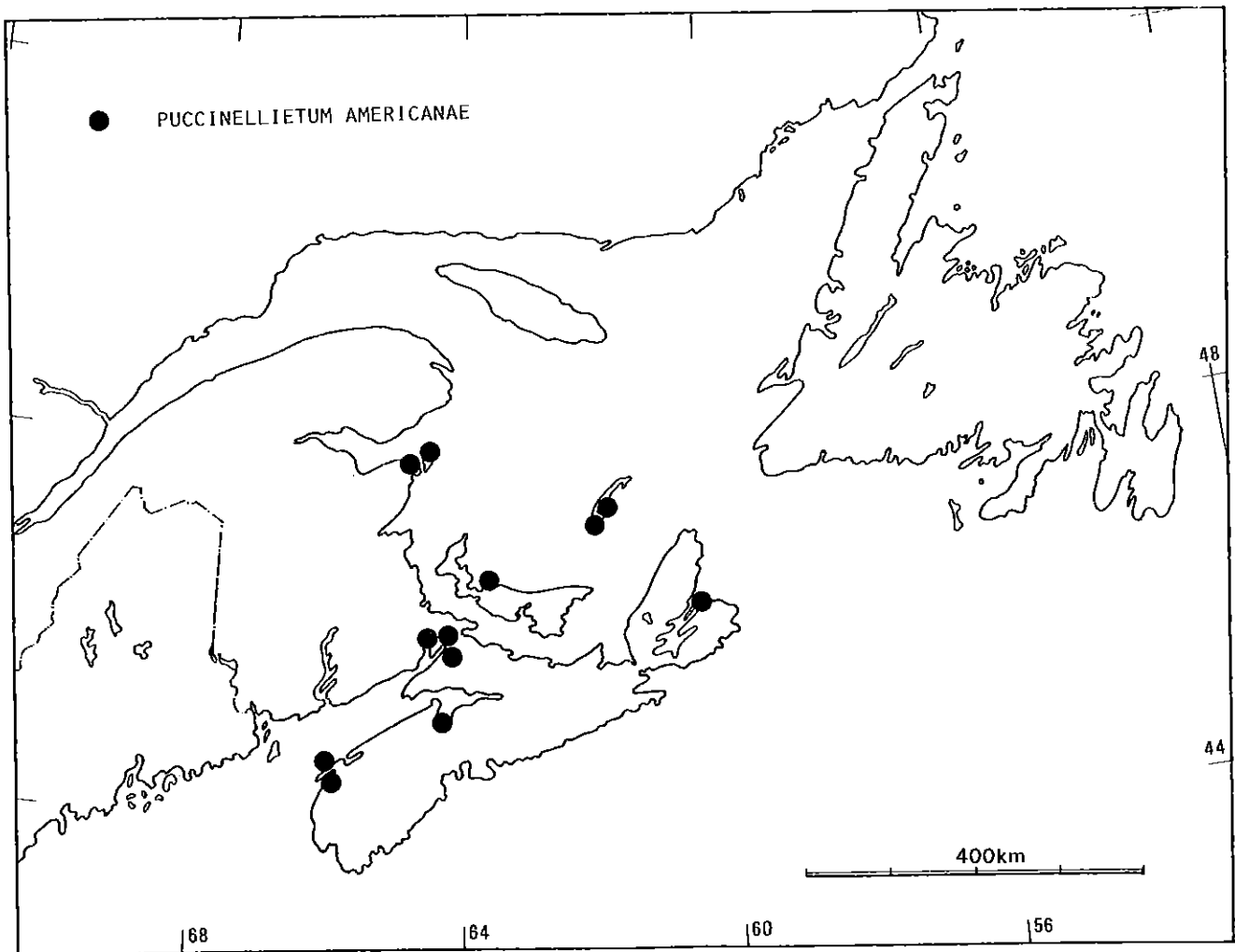


Abb. 89: Verbreitung des *Puccinellietum americanae*

9. *Distichlidetum spicatae*
(Chapman 1940) ass. nov.

Physiographie und Physiognomie

Im *Spartinetum patentis* der Seemarschen von Nova Scotia trifft man auf erhöhtem Niveau und in exponierten Lagen das *Distichlidetum spicatae* in inselartig ausgeprägten Flecken an. Die Wuchsorte der Gesellschaft werden nur noch bei Sturmflut vom Meereswasser erreicht.

Die Assoziation ist niedrigwüchsig, die Deckung bleibt stets lückig.

Synökologie

Die Wurzeln der bestandsaufbauenden Art *Distichlis spicata* können bis in des Brackwasserkissen vordringen. STEINER (1934) erkannte, daß die Rhizome bis in eine Bodentiefe von 10 cm reichen und 20 cm lange Fadenwurzeln ausbilden. JACKSON (1952) stellte durch Versuche fest, daß die Art bei Chloridgehalten von 1,18 bis 1,71 % am besten wächst. CHAPMAN gibt 1970 für *Distichlis spicata* eine Salinität von 1,2 bis 3,9 ‰ im Bodenwasser an.

Die Biomasse ist in dieser Gesellschaft beträchtlich: WASS and WRIGHT (1969) stellten bei Beständen aus Virginia einen Biomassevorrat von 360 gr/m² an

trockenem, oberirdischem Material fest. Größere Mengen an Biomasse geben mit 680 gr/m² NIXON and OVIATT (1973) von Rhode Island an.

Synsystematik und Synchorologie

CHAPMAN erwähnt 1940 den Namen *Distichlidetum spicatae* aus NE-Amerika, ohne die Assoziation näher zu beschreiben. Die ebenfalls von CHAPMAN 1940 geprägte Benennung

Spartinetum - Distichlidetum wurde ebenso ohne Gesellschaftsanalyse vorgestellt.

Das *Distichlidetum spicatae* (Tab. 12) wird dem Verband *Limonium - Spartinion patentis* Knapp 1975 und der Ordnung *Spartinetalia alterniflorae* Knapp 1964 zugeordnet.

Die Assoziation konnte bisher nur an der Bay of Fundy und in der St. Georges Bay (Nova Scotia) in großen Salzwiesen mit dem *Spartinetum patentis* beobachtet werden (s. auch Abb. 90). Wahrscheinlich erreicht sie in Nova Scotia die Nordgrenze des Verbreitungsgebietes.

Das Hauptvorkommen der Assoziation liegt in den atlantischen Seemarschen der Vereinigten Staaten (STEINER 1934, CHAPMAN 1940, 1970, RANWELL 1972). Genauere Untersuchungen zur Verbreitung liegen jedoch noch nicht vor.

Tab. 12: *Distichlidetum spicatae*

Nummer der Aufnahme:	1	2	3	4	5
Größe der Probefläche (m ²):	40	4	4	1	2
Vegetationsbedeckung (%):	100	80	75	100	90
Artenzahl:	2	4	2	2	2
<u>Kennart der Ass.:</u>					
<i>Distichlis spicata</i>	5	5	5	5	5
<u>Kennarten d. höheren Einh.:</u>					
<i>Spartina patens</i>		1	1	1	2
<i>Spartina alterniflora</i>	1	+			
<i>Limonium nashii</i>		+			

Nachweis der Vegetationsaufnahmen:

- 1 (13.8.1976) Annapolis, Nova Scotia
- 2 (13.8.1976) Wolfville, Nova Scotia
- 3 (13.8.1976) Wolfville, Nova Scotia
- 4 (13.8.1976) Wolfville, Nova Scotia
- 5 (9.8.1976) Havre Boucher, Nova Scotia

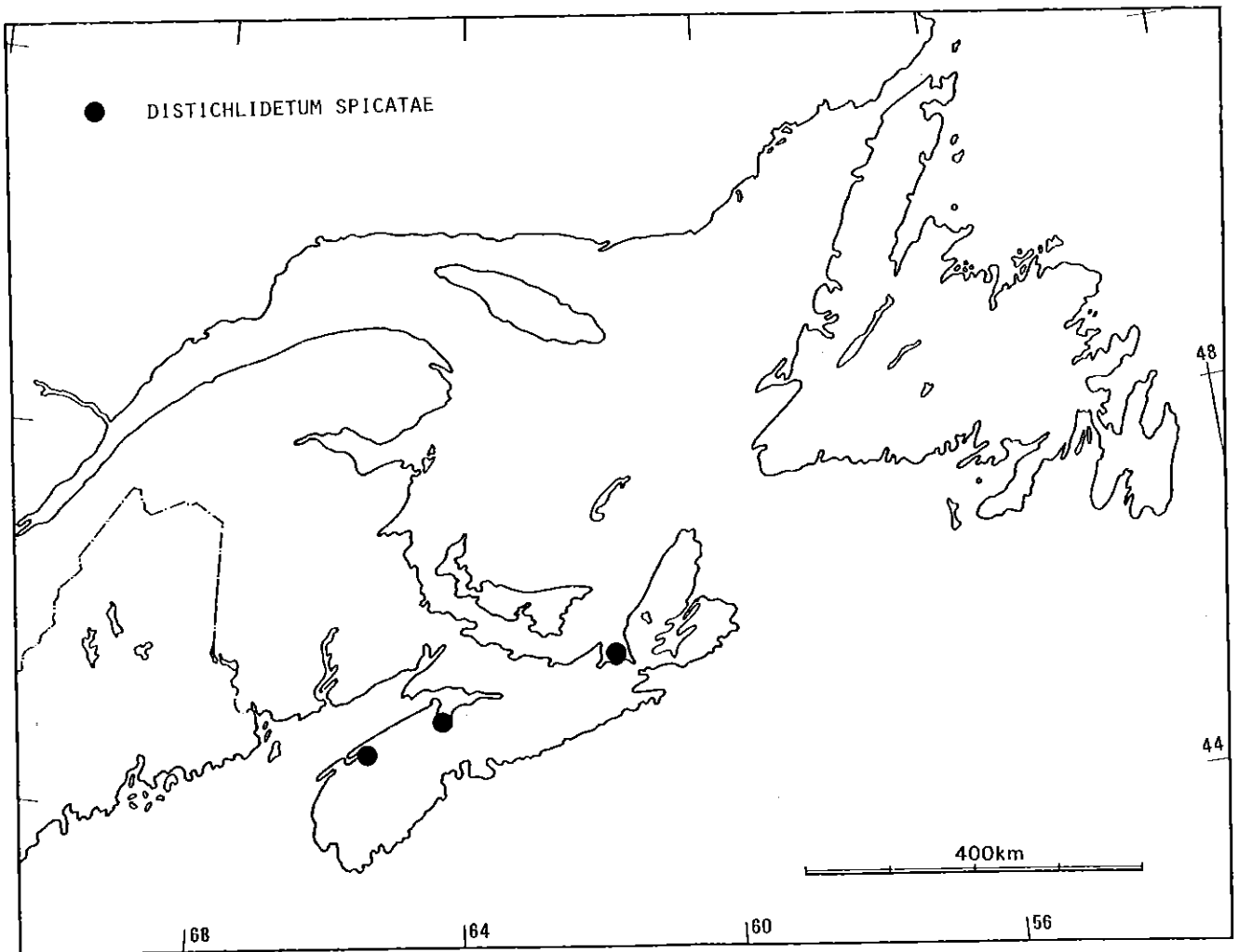


Abb. 90: Verbreitung des *Distichlidetum spicatae*

10. *Spergularietum canadensis* ass. nov.

Physiographie und Physiognomie

Spergularia canadensis - Bestände besiedeln solche Bereiche zwischen der MTNW- und der MTHW-Linie, wo die Brandungswellen auf dem Strand auslaufen. Oft

sind dies geneigte Kiesstrände oberhalb des *Eleocharitetum parvulae* (Abb. 91).

Die von der Gesellschaft besiedelten Flächen können wenige Quadratcentimeter bis viele Quadratmeter groß sein. Die niedrigwüchsige Phytozönose bedeckt zwischen 40 und 80 % des Bodens; in der Regel ist die Deckung allerdings locker.

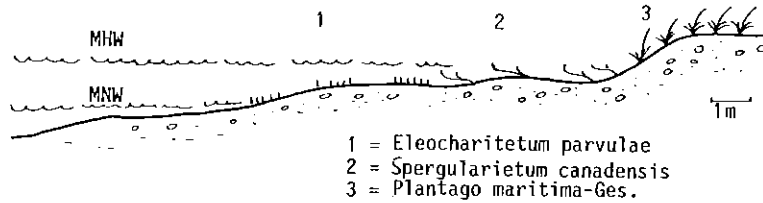


Abb. 91 : Schematische Darstellung der Vegetationszonierung am Cloud River, Newfoundland (4.8.1976)

Syndynamik und Synökologie

Das *Spergularietum canadensis* kann man als die beweglichste und unbeständigste Salzwiesen - Gesellschaft bezeichnen. Gegen

Wind und Brandung ist *Spergularia canadensis* mit einer kräftigen Wurzel ausgestattet, die eine gute Verankerung im steinigten Boden ermöglicht. Eine landschützende oder gar landgewinnende Wirkung der Assoziation läßt sich jedoch nicht nachweisen.

Tab. 13 : *Spergularietum canadensis*

Nr. d. Aufnahme:	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Größe d. Probefläche (m ²):	4	1	10	4	1	4	4	1	10	10	4	4	10	1
Vegetationsbedeckung (%):	30	90	30	40	60	60	60	60	80	40	50	40	60	40
Artenanzahl:	2	2	1	1	1	1	1	2	2	2	3	3	3	2
<hr/>														
Kennart d. Ass.:														
<i>Spergularia canadensis</i>	3	4	3	4	4	4	4	4	5	4	4	3	5	3
Kennarten d. höh. Einheit.:														
<i>Plantago maritima</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	1	+
<i>Puccinellia paupercula</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Eleocharis parvula</i>	+	1	.	.	.	.	.	.	.	2	2	1	.	.
<i>Salicornia europaea</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.
<i>Cochlearia officinalis</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1

Nachweis der Vegetationsaufnahmen:

- 1 (16.8.75) Pearson Pond, Newfoundland
- 2 (4.8.76) Cloud River, Nfld.
- 3 (10.8.75) New Harbour, Nfld.
- 4 (4.8.76) Cloud River, Nfld.
- 5 (4.8.76) " " "
- 6 (12.9.78) Shores Cove, Nfld.
- 7 (12.9.78) Whittles Bay, Nfld.
- 8 (10.9.78) Pilley's Island, Nfld.
- 9 (30.8.75) Frenchman's Cove, Nfld.
- 10 (22.8.75) Pistolet Bay, Nfld.
- 11 (21.8.75) Porteau, Labrador
- 12 (17.8.75) Hawkes Bay, Nfld.
- 13 (9.8.75) Bay Roberts, Nfld.
- 14 (9.9.78) Baie Roberts, Nfld.

LIETH (1964) stellte im Bodenwasser in *Spergularia* - Beständen einen Salzgehalt von 2,2 bis 2,7 % fest.

Die oberste Bodenschicht der Assoziationsstandorte besteht aus einer dünnen Schlicklage, darunter finden sich Lehm und Sandlehm.

Synsystematik und Synchorologie

Spergularia canadensis ist die einzige konstante Art der relativ artenarmen Assoziation (Tab. 13); der mittlere Deckungsgrad ist für die meisten Bestände charakteristisch.

Das für Ostkanada neu beschriebene *Spergularietum canadensis* ist als vikariierende Gesellschaft des in Europa beheimateten *Spergularietum salinae* anzusehen (TOXEN 1937, DAHLBECK 1945, KÜTTER 1961).

Die Assoziation wird dem Verband *Puccinellion pauperculae* all. nov. zugeordnet. Die weiteren höheren Einheiten sind:

Glauco - Puccinellietalia Beeftink et Westhoff 1962 (Syn.: *Spergularietalia canadensis* Knapp 1964) innerhalb der

Juncetea maritimi Br.-B. 1931.

Die Assoziation siedelt im Untersuchungsgebiet längs der gesamten Küste von Newfoundland und S-Labrador (Abb. 92).

Weitere Angaben zur Verbreitung der Gesellschaft liegen bisher nicht vor, doch lassen die ausschließlich im borealen Teil des Untersuchungsgebietes vorkommenden Fundpunkte auf ein mehr nördlich ausgerichtetes Areal schließen.

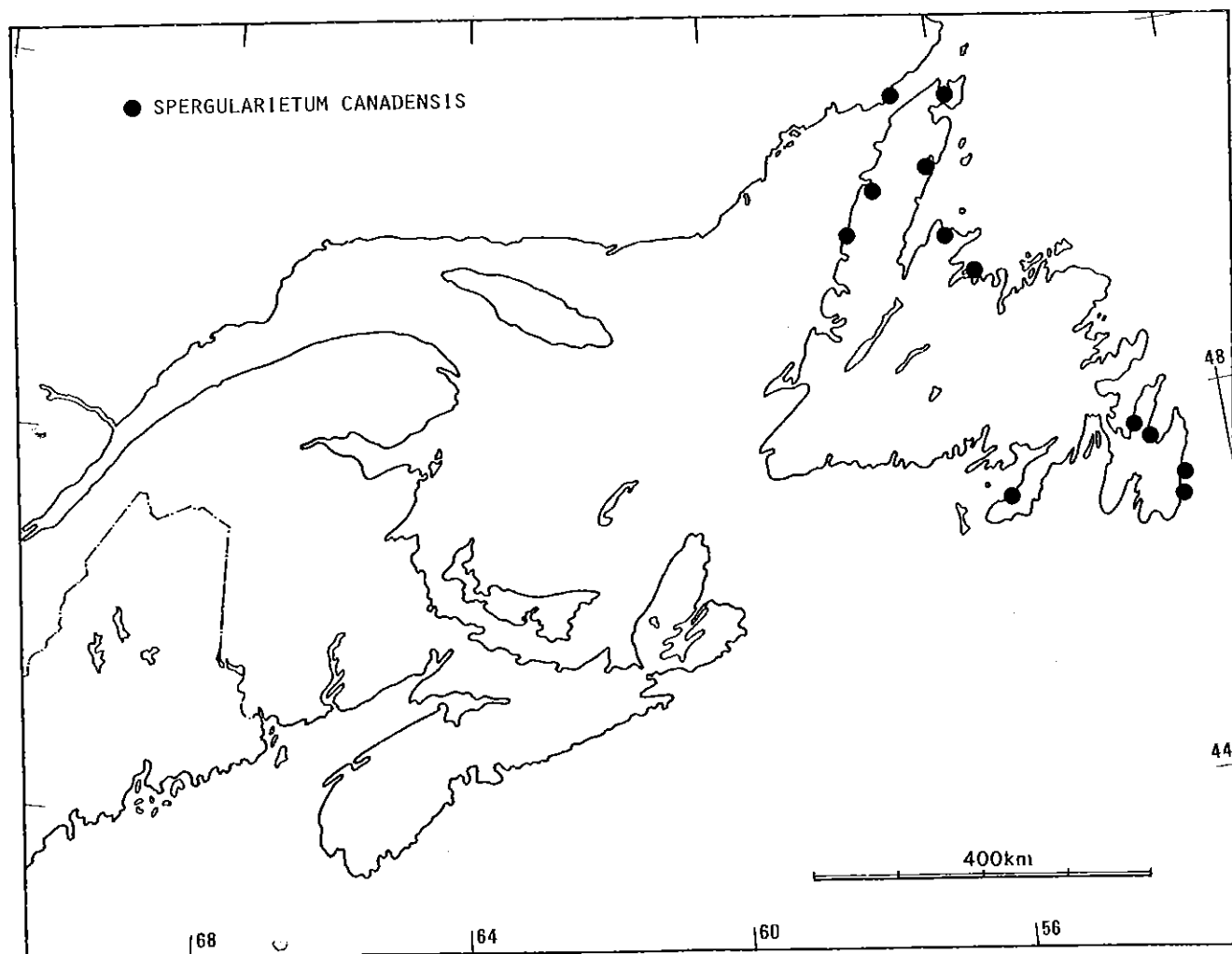
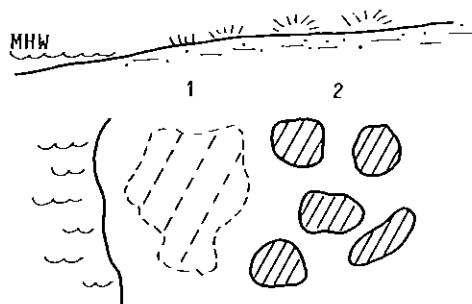


Abb. 92: Verbreitung des *Spergularietum canadensis*

11. *Puccinellietum pauper-
culae* Blouin et Grandtner 1971

Physiographie und Physiognomie

Die Assoziation ist die häufigste Pionier - Salzwe-
sengesellschaft auf Standorten oberhalb der MTHW-
Linie am St. Lawrence River, auf Newfoundland und
in S-Labrador. An der seewärts gelegenen Siedlungs-
grenze der Art tritt *Puccinellia paupercula* in unge-
heuer großer Individuenzahl auf und bildet mit den
zahlreichen Sprossen einen verfilzten Teppich, der
Hunderte von Quadratmetern Fläche bedecken kann
(Abb. 93). An diesen Stellen werden die Pflanzen
am häufigsten überflutet, sie sind kleinwüchsig
und bleiben steril.



- 1 = Initialausbildung (steril)
- 2 = Optimalausbildung (fertil)

Abb. 93 : Zonierung des *Puccinellietum pauperculae* in der Pistolet Bay, Newfoundland (22.8.1975)

Den Kern der Gesellschaft bildet die Optimalphase weiter landeinwärts oberhalb der ETHW-Linie. Die fertilen *Puccinellia* - Bestände sind dort in großen Polstern angeordnet.

Die Kontaktzone zwischen der Optimalausbildung und

der jeweiligen angrenzenden Gesellschaft bildet bereits eine Degenerationsausbildung des *Puccinellietum pauperculae*; meist ist diese nicht zum offenen Wasser hin orientiert, sondern tritt an den Rändern der isolierten Mulden in den Seemarschen auf (Abb. 94).

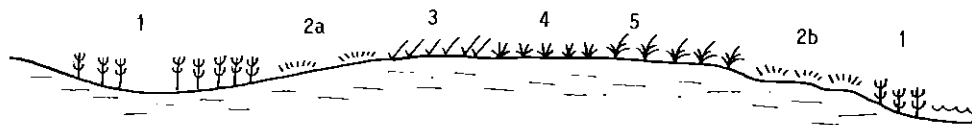
Im Verbreitungsgebiet des *Puccinellietum pauperculae* kommt *Spartina alterniflora* nur in den seltensten Fällen vor, so daß diese Assoziation die einzige ausdauernde Phytozönose ist, die am weitesten am Strand vordringen kann (bis unterhalb der MTHW-Linie) und nur durch ständige Überflutung in der weiteren Ausdehnung begrenzt wird. Im Überschneidungsgebiet des *Puccinellietum pauperculae* und der *Salicornia europaea* - Gesellschaft schließen sich an diesen Standorten die einjährigen Queller - Bestände seewärts an die Assoziation an.

Die Gesellschaft wird vor allem durch feuchtigkeitsliebende und salzbevorzugende Arten gekennzeichnet; sie gedeiht auf Schlick ebenso wie auf Feinsand mit Tonbestandteilen.

Syndynamik und Synökologie

Das *Puccinellietum pauperculae* kommt auf Newfoundland und in S-Labrador großflächig nur in ruhigen Buchten oder in Flußdelta-
tas vor. An den übrigen Küsten besiedelt die Asso-
ziation in schmalen, strandparallelen Streifen den
Strand nur dort, wo sich schlickhaltiges Material
absetzen konnte.

Im nordborealen Bereich des Untersuchungsgebietes übernimmt das *Puccinellietum pauperculae* die Rolle des Schlickfängers und entspricht damit in der Funktion dem *Puccinellietum maritimae* in Mittel- und Nordeuropa. In der Übergangszone zwischen Watt



- 1 = *Salicornia europaea*-Ges.
- 2a = *Puccinellietum pauperculae* (Degenerationsausbildung)
- 2b = *Puccinellietum pauperculae* (Optimalausbildung)
- 3 = *Plantago-Caricetum subspathaceae*
- 4 = *Triglochinietum gaspensis*
- 5 = *Plantago maritima*-Ges.

Abb. 94 : Vegetationszonierung in den Seemarschen von St. Paul, Newfoundland

und Marsch, wo *Puccinellia paupercula* siedelt, wird das schlackhaltige Feinmaterial durch den Tidenstrom nicht mehr abgeschwemmt. Auf dem engverwobenen Teppich der Initialphase ist die Schlickanlandung am stärksten. Sobald sich der Boden über die MTHW-Linie hinaus erhebt, wird die Vegetationsdecke nur noch sporadisch überschwemmt, die Optimalausbildung des *Puccinellietum pauperculae* stellt sich ein. Bei noch weitergehender Aufschlickung treten verstärkt Vertreter anderer Gesellschaften auf (vergl. Abb. 94), und die Initial- und Optimalausbildungen der Assoziation weichen dem Konkurrenzdruck seewärts aus.

Die *Puccinellia paupercula* - Wiesen werden stark durch Beweidung und dabei speziell durch Huftritt geschädigt. Wildtiere, z.B. Elche, ebenso wie Weidewieh suchen die Salzwiesen gerne auf; sie zertreten den weichen Boden derart stark, daß es zur Bultenbildung kommt. Diese Partien werden sehr leicht bei einer hochgehenden Flut abgetragen. Auf den kahlen Stellen entsteht dann eine vom *Triglochin etum gaspensis* gebildete Pioniergesellschaft. Daß wie bei *Puccinellia maritima* durch die Beweidung die vegetative Vermehrung gefördert wird (ADRIANI 1945, CHAPMAN 1970, TYLER 1971), konnte bei *Puccinellia paupercula* - Beständen bislang nicht beobachtet werden.

Der Hemikryptophyt *Puccinellia paupercula* benötigt für sein Gedeihen Brackwasser. In Beständen der Assoziation bei St. Paul (Newfoundland) wurde am 8. 9. 1978 ein Chloridgehalt von 2,4 ‰ gemessen.

Puccinellia paupercula - Bestände können auf den Seemarschen inmitten anderer Assoziationen existieren. Ihr Vorkommen ist dann jedoch auf die Ränder stark salzhaltiger Mulden beschränkt. Am Rande der Pfannen, von GILLNER (1960) als 'Salzwüste en miniature' bezeichnet, dringen einzelne *Puccinellia paupercula* - Individuen als Pioniere gegen die Vertiefungen vor.

Das Bodenprofil an den Assoziationsstandorten zeigt einen schwach entwickelten, wenige Zentimeter mächtigen A-Horizont mit violett-grauer, humos-sandiger Feinerde und wenigen, kleinen Rostflecken.

Synsystematik und Synchorologie

Die Assoziation wurde 1971 von BLOUIN et GRANDTNER gültig beschrieben und mit drei Aufnahmen belegt. Sie ist als die Kenngesellschaft des Verbandes *Puccinellion pauperculae* all. nov. innerhalb der *Glaucopuccinellietalia* Beeftink et Westhoff 1962 anzusehen. Einzige konstante Art der Assoziation ist die dominante *Puccinellia paupercula*, daneben kommt mit geringerer Stetigkeit nur noch *Plantago maritima* häufiger vor.

Wie aus Tabelle 14 zu ersehen, konnten drei Subassoziationen ausgeschieden werden. Die Typische Subassoziation subass. nov. entspricht der Initialausbildung, wobei die Phase von *Salicornia europaea* die Bestände unter Beweidungseinfluß repräsentiert. Die Subassoziation von *Spergularia canadensis* subass. nov. ist als Optimalausbildung der Assoziation zu bewerten. Die Subassoziation von *Stellaria humifusa* subass. nov. ist eine Gebietssubassoziation, die offenbar auf N-Newfoundland begrenzt bleibt. Das Auftreten von Nitrophyten, z.B. von *Atriplex*, in allen Subassoziationen deutet auf organische Flutrückstände, insbesondere Algen, hin.

Puccinellia paupercula (Holm.) Fern. & Meath. (Syn.: *Puccinellia langeana* (Berl.) Sören.) hat sein Hauptverbreitungsgebiet in der Arktis und erreicht nur in Ostkanada die boreale Zone.

Im ostkanadischen Untersuchungsgebiet sind Art und Assoziation auf Newfoundland und in S-Labrador weiter verbreitet. Auf der Gaspé Peninsula konnten nur isolierte Vorkommen beobachtet werden (s. Abb. 95).

Tab. 14 : Puccinellietum pauperculae

- 1 = Typische Subassoziation
- 1a = Phase von *Salicornia*
- 1b = Typische Variante
- 2 = Subassoziation von *Spergularia canadensis*
- 3 = Subassoziation von *Stellaria humifusa*

	1 a										1 b										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							
Nr. d. Aufnahme:	1	1	1	1	1	1	1	4	4	1	10	4	4	4	2	1	4	1	1	4	1	4	10	10	4	4	4	1	2	1	1	1								
Größe d. Probefläche (m²):	55	60	60	50	70	70	99	50	50	70	40	60	70	50	50	80	70	60	80	90	80	60	60	70	80	70	90	75	95	80	90									
Vegetationsbedeckung (%):	2	2	3	3	3	3	4	3	4	1	2	2	2	2	3	2	3	2	3	4	4	4	3	3	3	3	4	4	3	3	3									
Artenzahl:	2	2	3	3	3	4	3	4	1	2	2	2	2	2	3	2	3	2	3	4	4	4	3	3	3	4	4	3	3	3										
Kennart. d. Ass.:	4	5	4	4	4	4	5	3	4	5	3	4	5	4	3	5	4	5	4	5	5	4	4	4	4	4	5	4	4	5	5									
<i>Puccinellia paupercula</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Trennarten d. Subass.:	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Spergularia canadensis</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Stellaria humifusa</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Trennart d. Phase:	1	2	1	1	1	1	1	1	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Salicornia europaea</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Kennarten d. höh. Einh.:	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Plantago maritima</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Triglochin gaspense</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Carex subspathacea</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Begleiter:	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Atriplex spec.</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.

Nachweis der Vegetationsaufnahmen:

1	(1.8.76)	St. Paul, Nfld.	18	(17.8.75)	Hawkes Bay, Nfld.
2	(7.8.76)	Stephenville Crossing, Nfld.	19	(26.8.75)	Lake Harbour, Nfld.
3	(1.8.76)	St. Paul, Nfld.	20	(4.8.76)	Cloud River, Nfld.
4	(2.8.76)	St. Paul, Nfld.	21	(18.8.75)	St. Barbe Bay, Nfld.
5	(7.8.76)	Stephenville Crossing, Nfld.	22	(21.8.75)	Forteau, Labrador
6	(22.8.76)	Sandy Beach Gaspé, Québec	23	(22.8.75)	Pistolet Bay, Nfld.
7	(10.9.78)	Pilley's Island, Nfld.	24	(26.8.75)	Lake Harbour, Nfld.
8	(12.8.78)	Chapel Island, Nfld.	25	(28.8.75)	Traytown, Nfld.
9	(2.8.76)	St. Paul, Nfld.	26	(26.8.75)	Lake Harbour, Nfld.
10	(4.8.76)	Pistolet Bay, Newfoundland	27	(28.8.75)	Traytown, Nfld.
11	(22.8.75)	Pistolet Bay, Nfld.	28	(21.8.75)	Forteau, Labrador
12	(10.9.78)	Pacquet, Nfld.	29	(4.8.76)	Pistolet Bay, Nfld.
13	(4.8.76)	Cloud River, Nfld.	30	"	"
14	(30.8.75)	Frenchman Cove, Nfld.	31	"	"
15	(20.8.75)	Red Bay, Labrador	32	"	"
16	(12.9.78)	Shores Cove, Nfld.	33	"	"
17	(31.7.76)	Bonne Bay, Nfld.			

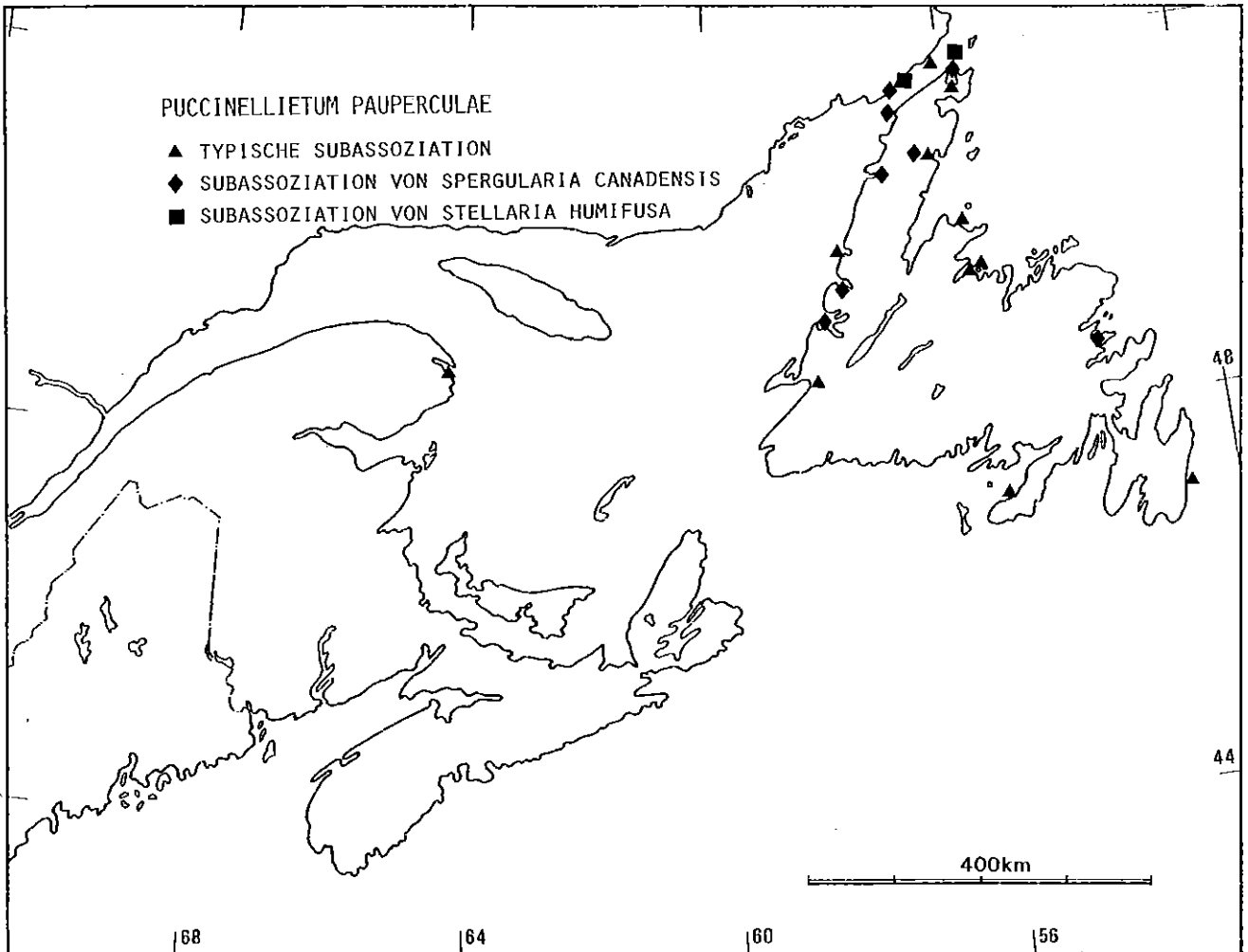


Abb. 95: Verbreitung des *Puccinellietum pauperculae*

12. *Triglochinetum gaspensis*
ass. nov.

Syndynamik und Synökologie

Physiographie und Physiognomie

Diese Gesellschaft siedelt in den Salzwiesen auf Newfoundland und in Québec in der Höhenzonierung zwischen der *Salicornia europaea* - Gesellschaft (bzw. dem *Spergularietum*) und dem *Plantagini - Caricetum subspathaceae* (bzw. der *Plantago maritima* - Gesellschaft) (Abb. 94; 96). Sie wächst jedoch nie auf dem schlickreichen Außenstrand, wo die Brandungswellen auflaufen, sondern kommt nur in geschützten, feinsandreichen und tonhaltigen Buchten oder Vertiefungen der Seemarschen vor. *Triglochin gaspense* bildet gerne dicht geschlossene Bestände, wodurch die Gesellschaft ein teppichartiges Aussehen erhält.

Die untere Wachstumsgrenze des *Triglochinetum gaspensis* liegt in Strandabschnitten mit hoher Überflutungshäufigkeit. Hier ist allgemein die Raumkonkurrenz höherer Pflanzen herabgesetzt. Die Überflutungsverträglichkeit der Assoziation deckt sich weitgehend mit der des *Puccinellietum pauperculae*. In weitgehend ungestörten Bereichen kommt die Gesellschaft nur kleinflächig vor. Da jedoch die meisten Salzwiesen durch Beweidung mehr oder weniger stark geschädigt sind, ist das *Triglochinetum gaspensis* weit verbreitet. Die Bestände entwickeln sich gerne dort, wo die Pflanzendecke im *Plantagini - Caricetum subspathaceae* oder im *Puccinellietum pauperculae* durch Huftritt verletzt und/oder durch Hochwasser und Eisschub dann

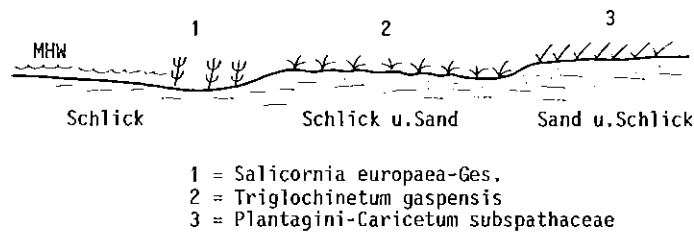


Abb. 96: Schematische Darstellung der Vegetationszonierung auf den Abrasionsterrassen in den Seemarschen von St. Paul, Newfoundland (16.8.1975)

völlig zerstört wird. Bei sehr starker Erosion stellt sich an diesen Stellen zunächst erst ein kümmerndes *Spergularietum* ein; das *Triglochinetum gaspensis* bildet dann aber wahrscheinlich den ersten Sukzessionsschritt, der eine Wiederbesiedlung von *Carex subspathacea* - Wiesen einleitet.

Triglochin gaspense ist eine reine Salzwiesenart, sie gedeiht z.B. auf der Gaspé Peninsula bei einem Salzgehalt von 1,7 bis 2,4 % (LIETH 1964); bei St. Paul wurde ein Salzgehalt von 1,9 % im Bodenwasser festgestellt (Abb. 52).

Während des Tidenniedrigwassers liegt das *Triglochinetum gaspensis* trocken, die Bodenoberfläche bleibt jedoch in der Regel durch das Vorhandensein von Fadenalgen feucht. Nur im Spätsommer bei ständig ablandigen Winden kann

zuweilen eine Austrocknung und ein polygonales Aufspringen der tonigen Oberflächenschichten beobachtet werden.

Synsystematik und Synchorologie

Triglochin gaspense D. Löve & Lieth wurde zum ersten Mal 1961 beschrieben und für Québec und Newfoundland nachgewiesen. Die Art ist taxonomisch, ökologisch und soziologisch eindeutig von *Triglochin palustre* und *Triglochin maritima* zu unterscheiden.

Neben der dominanten *Triglochin gaspense*, die die einzige konstante Art der Assoziation ist, kommt mit höherer Stetigkeit nur *Plantago maritima* vor (Tab. 15). Das *Triglochinetum gaspensis* ass. nov. ist je nach Länge der Überflutungsdauer in eine typische Subassoziation sub-

Tab. 15 : Triglochinetum gaspensis

1 = Typische Subassoziation
2 = Subassoziation von Plantago maritima

	1											2											
Nr.d.Aufnahme:	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
Größe d.Probefläche (m²):	10	10	1	1	4	1	2	1	4	4	10	10	4	10	4	10	1	4	1	10	1	1	1
Vegetationsbedeckung (%):	40	80	60	60	40	60	70	75	80	50	90	99	70	90	99	99	70	50	70	99	65	40	40
Artenzahl:	1	1	1	2	2	2	2	2	3	3	4	4	5	4	4	3	4	4	5	4	4	5	5
<u>Kennart d.Ass.:</u>																							
Triglochin gaspense	3	5	4	4	3	4	4	4	4	4	5	5	5	5	5	5	4	4	4	5	4	3	3
<u>Trennart d.Subass.:</u>																							
Plantago maritima	.	.	.	.	.	.	.	1	2	1	1	2	1	1	3	3	1	1	1	3	1	+	+
<u>Kennarten d.höh.Einheit.:</u>																							
Ranunculus cymbalaria	.	.	.	.	.	1	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.
Puccinellia paupercula	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	+	+	r	r	.	.	.	.	.	.	.	1	1
Glaux maritima	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Spergularia canadensis	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.
Triglochin maritima	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	1	r	.	.
Carex subspathacea	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	1
<u>Begleiter:</u>																							
Salicornia europaea	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	+	1	+	.	.	.	.	.	.	.	.	r
Spartina alterniflora	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	1	1	.	.	.	.
Agrostis stolonifera	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	r	.	.

Nachweis der Vegetationsaufnahmen:

1	(20.8.75)	Pinware, Labrador	13	(21.8.76)	Capucins, Québec
2	(22.8.75)	Raleigh, Newfoundland	14	(22.8.75)	Pistolet Bay, Nfld.
3	(9.9.78)	Coachman's Cove, Nfld.	15	(26.8.76)	Lake Harbour, Nfld.
4	(7.8.76)	Stephenville Crossing, Nfld.	16	(26.8.76)	" "
5	(2.8.76)	St.Paul, Nfld.	17	(22.8.76)	Barachois, Québec
6	(4.8.76)	Pistolet Bay, Nfld.	18	(27.8.75)	Stephenville Crossing, Nfld.
7	(21.8.76)	Mont-Louis, Québec	19	(22.8.76)	Barachois, Québec
8	(4.8.76)	Cloud River, Nfld.	20	(26.8.75)	Lake Harbour, Nfld.
9	(27.8.75)	Stephenville Crossing, Nfld.	21	(2.8.76)	St. Paul, Nfld.
10	(4.8.76)	Pistolet Bay, Nfld.	22	(1.8.76)	" "
11	(14.8.75)	St. Paul, Nfld.	23	(1.8.76)	" "
12	(14.8.75)	" "			

ass. nov. und in eine artenreichere, etwas trockener wachsende Subassoziation von *Plantago maritima* subass. nov. zu untergliedern.

Die Assoziation wird in das *Puccinellion pauperculae* all. nov. innerhalb der *Glauco-Puccinellietalia* Beefink et Westhoff 1962 gestellt.

Die Gesellschaft ist auf S-Labrador und Newfoundland sowie Bereiche am St. Lawrence River beschränkt, also Gebiete, wo sich Eiserosion sehr stark auswirken (Abb. 97). Auf Newfoundland ist die Verbreitung der Assoziation wohl in erster Linie auf die intensive Beweidung zurückzuführen. Weitere Angaben über das Gesellschaftsareal liegen zur Zeit nicht vor.

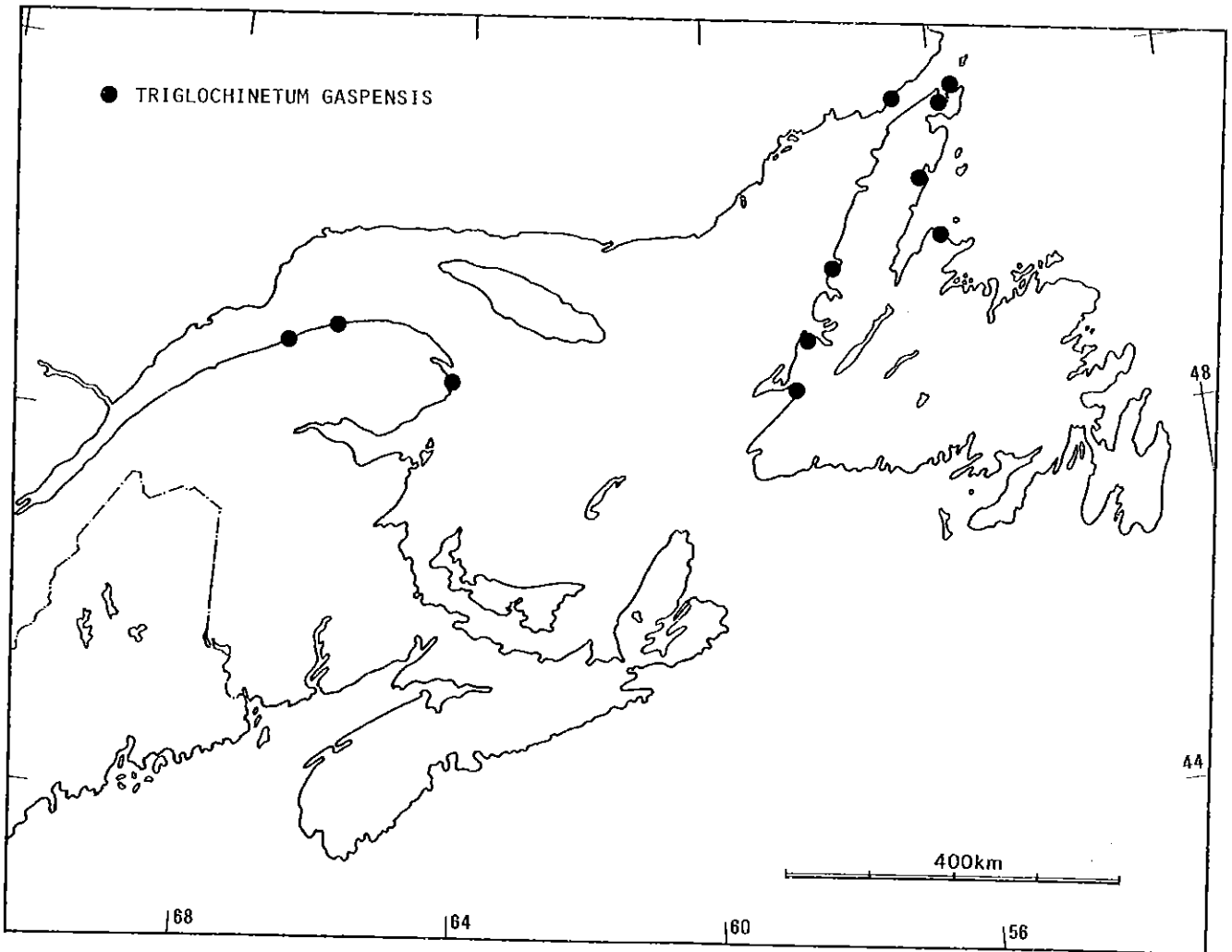


Abb. 97: Verbreitung des *Triglochinetum gaspensis*

13. Plantagini - Caricetum
subspathaceae ass. nov.

Physiographie und Physiognomie

In der Höhenzonierung der Salzwiesen folgt oberhalb des *Puccinellietum pauperculae* das *Plantagini - Caricetum subspathaceae*. Diese Assoziation findet man nur in ausgedehnten Salzwiesen, die oft an Flußmündungen gebunden sind. Die Vegetationsbedeckung variiert zwischen 70 und 80 %; physiognomisch sehen die Bestände wie frisch gemähter Rasen aus (Abb. 158 im Anhang).

Nur ganz selten wächst *Carex subspathacea* einzeln, zumeist bilden ihre langen und verzweigten Ausläufer eine dicht verwobene Vegetationsdecke. Durch die Huftritte der Weidetiere können jedoch auch hier Löcher entstehen, die vorübergehend von *Salicornia europaea* besiedelt werden.

Carex subspathacea - Bestände wachsen nie am offenen Wasser, da die Art auf Wellenschlag überaus empfindlich reagiert. In den tiefer liegenden Partien der Salzwiesen wird die Gesellschaft vom *Puccinellietum pauperculae* oder dem *Triglochinium gaspensis*, in den oberen Bereichen von der *Plantago maritima* - Gesellschaft abgelöst (Abb. 98).

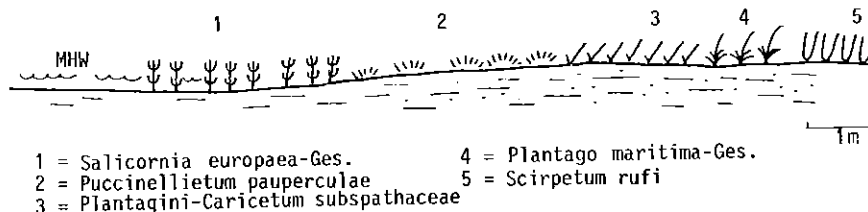


Abb. 98: Schematische Darstellung der Vegetationszonierung in den Seemarschen von Stephenville Crossing, Newfoundland (7.8.1976)

Wie Untersuchungen bei St. Paul (Newfoundland) ergaben, erreicht die Salinität in dieser Gesellschaft weniger hohe Werte (vergl. Abb. 52, p. 49).

Das Bodensubstrat besteht aus Feinsand mit dünnen Schlickbändern. Eine Humusschicht ist nicht vorhanden.

Synsystematik und Synchorologie

Die Segge *Carex subspathacea* Hornsk. ist in Ostkanada bislang offenbar häufiger übersehen worden.

Syndynamik und Synökologie

In S-Newfoundland nimmt die Assoziation nur kleine Flächen ein, kommt dagegen in den Salzwiesen im nordborealen N-Newfoundland großflächiger vor. In den Salzwiesen im Nordteil des Untersuchungsgebietes kann das *Plantagini - Caricetum subspathaceae* als Kerngesellschaft bezeichnet werden.

Die Zuwachsleistung an Biomasse ist in dieser Phytözönose beträchtlich. Die Gesellschaft hat auf N-Newfoundland als süßschmeckendes Futter für das Vieh daher einen unschätzbaren Wert. Sie verträgt zudem normalerweise Verbiß ganz gut, nur bei sehr intensiver Beweidung wird die Vegetationsdecke mechanisch verletzt und kann in der Folge durch Eisschollen oder Überflutung völlig wegerodiert werden. Auf den nackten Schlickflächen stellt sich dann als Folgegesellschaft - bevorzugt in den tiefer liegenden, feuchteren Bereichen - das *Triglochinium gaspensis* ein. Durch den Bodenverlust geraten diese Wuchsorte wieder in die Zone, die vom normalen Hochwasser noch erreicht oder gar überflutet werden. Da im *Triglochinium gaspensis* kaum eine Bodengewinnung durch Aufschlickung stattfindet, geht die Sukzession zum *Plantagini - Caricetum subspathaceae* langsam vor sich.

Nur in der Flora von MARIE-VICTORIN (1964) wird die Art für Québec angeführt. In der Florenliste von Newfoundland von ROULEAU (1956) wird die Segge nicht erwähnt, doch ließ sich im Herbar der Memorial University in St. John's (Newfoundland) ein Beleg von *Carex subspathacea* aus der Notre Dame Bay (Newfoundland) feststellen.

Die niedrigwüchsige *Carex subspathacea* wurde früher der hochwüchsigen *Carex salina* Wahlenb. zugeordnet, doch lassen sich beide Arten taxonomisch und soziologisch klar trennen. Von der Gaspé Peninsula wurde eine Varietät, *Carex salina* Wahlenb. var. *subspathacea* (Hornsk.) Tuck., erwähnt.

Carex subspathacea hat eine arktisch - nordboreale Verbreitung. Bislang wurde angenommen, daß die Art an ihrer südlichen Arealgrenze keine fertilen Pflanzen mehr ausbilden kann. Ende August bzw. Anfang September 1975 konnten jedoch bei St. Paul und in der Pistolet Bay fruchtende Belegstücke gesammelt werden 1).

Aufgrund des steten gemeinsamen Auftretens von *Carex subspathacea* mit *Plantago maritima* erschien die Aufstellung einer eigenen Assoziation für den borealen ostkanadischen Raum gerechtfertigt. Sie wird dem

1) Das Material wurde von Herrn Dr. B. Boivin (Ottawa) als eindeutige *Carex subspathacea* Wormsk. identifiziert.

Puccinellion pauperculae all. nov. sowie den *Glaucopuccinellietalia* Beeftink et Westhoff 1962 zugeordnet.

In Ostkanada konnte die Assoziation bisher nur auf W-Newfoundland nachgewiesen werden (Abb. 99). Bei dem von dort stammenden Aufnahmestoff lassen sich zwei Subassoziationen unterscheiden (Tab. 16): Die Subassoziation von *Puccinellia paupercula* subass. nov. bildet die Kontaktgesellschaft zum *Puccinellietum pauperculae*. Die Subassoziation von *Triglochin gaspense* subass. nov. stellt die am weitesten verbreitete Form der Assoziation dar, die Ausbildung von *Ranunculus cymbalaria* ist nur kleinflächig ausgebildet in leichten Vertiefungen anzutreffen.

Carex subspathacea bildet in einer etwas anderen

Tab. 16 : *Plantagini-Caricetum subspathaceae*

1 = Subassoziation von *Puccinellia paupercula*
 2 = Subassoziation von *Triglochin gaspense*
 3 = Ausbildung mit *Ranunculus cymbalaria*

	1										2								3									
Nr.d.Aufnahme:	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
Größe d.Probefläche (m²):	2	1	1	1	1	1	4	1	4	1	1	1	1	4	1	10	1	1	1	1	10	10	4	1	10	4	10	4
Vegetationsbedeckung (%):	90	55	70	99	80	80	90	80	80	50	80	80	95	99	90	80	50	80	90	90	99	95	95	99	70	99	90	
Artenzahl:	4	5	3	5	6	4	3	4	3	4	5	5	4	4	4	4	5	5	6	3	3	4	4	3	5	4	4	
<u>Kennart d.Ass.:</u>																												
<i>Carex subspathacea</i>	4	4	4	5	5	4	5	5	5	4	5	5	5	5	5	5	5	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	
<i>Plantago maritima</i>	3	+	1	2	3	3	2	1	2	+	1	2	r	+	1	3	r	1	1	1	1	+	3	3	2	1	1	
<u>Trennarten d.Subass.:</u>																												
<i>Puccinellia paupercula</i>	+	1	+	+	1	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Triglochin gaspense</i>	.	.	.	.	.	.	1	+	1	+	1	+	1	+	1	1	2	+	1	.	.	.	.	.	.	+	.
<u>Kennarten d.höh.Einheit.:</u>																												
<i>Ranunculus cymbalaria</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	3	1	+	+	+	1	1
<i>Stellaria humifusa</i>	.	.	.	+	+	2	.	.	.	.	1	2	+	1	+	.	.	.	.	.	.	.	+	1	.	.	.
<i>Spergularia canadensis</i>	.	1	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Glaux maritima</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	r	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Puccinellia spec.</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<u>Begleiter:</u>																												
<i>Salicornia europaea</i>	1	+	.	+	+	.	.	1	.	+	+	1	.	.	.	.	1	.	+	.	.	+	.	1	.	.	
<i>Spartina alterniflora</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Festuca rubra</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+

Nachweis der Vegetationsaufnahmen:

1	(1.8.76)	St.Paul, Newfoundland	15	(4.8.76)	Cloud River, Nfld.
2	(5.9.76)	Searston, Nfld.	16	(2.8.76)	St.Paul, Nfld.
3	(4.8.76)	Pistolet Bay, Nfld.	17	(7.8.76)	Stephenville Crossing, Nfld.
4	(1.8.76)	St.Paul, Nfld.	18	(7.8.76)	" " " "
5	(1.8.76)	" "	19	(7.8.76)	" " " "
6	(2.8.76)	" "	20	(9.9.78)	Coachman's Cove, Nfld.
7	(2.8.76)	" "	21	(16.8.75)	St.Paul, Nfld.
8	(2.8.76)	" "	22	(16.8.75)	St.Paul, Nfld.
9	(4.8.76)	Pistolet Bay, Nfld.	23	(5.9.76)	Searston, Nfld.
10	(7.8.76)	Stephenville Crossing, Nfld.	24	(9.9.78)	Baie Verte, Nfld.
11	(2.8.76)	St.Paul, Nfld.	25	(14.8.75)	St.Paul, Nfld.
12	(2.8.76)	St.Paul, Nfld.	26	(14.8.75)	" "
13	(7.8.76)	Stephenville Crossing, Nfld.	27	(16.8.75)	" "
14	(7.8.76)	" "	28	(2.8.76)	" "

Vergesellschaftung in der Arktis (Spitzbergen, Grönland, kanadische Arktis) eine charakteristische Phytözönose (*Caricetum subspathaceae* Hadac 1946); eine synthetische Übersichtstabelle wurde von THANNHEISER (1975) veröffentlicht.

In der nordborealen Zone von Nordnorwegen existiert

als vikariierende Gesellschaft ein *Agrostio-Caricetum subspathaceae* (Thannheiser 1975) Kristiansen 1977.

Auf das Areal des *Plantagini-Caricetum subspathaceae* bleibt zu achten.

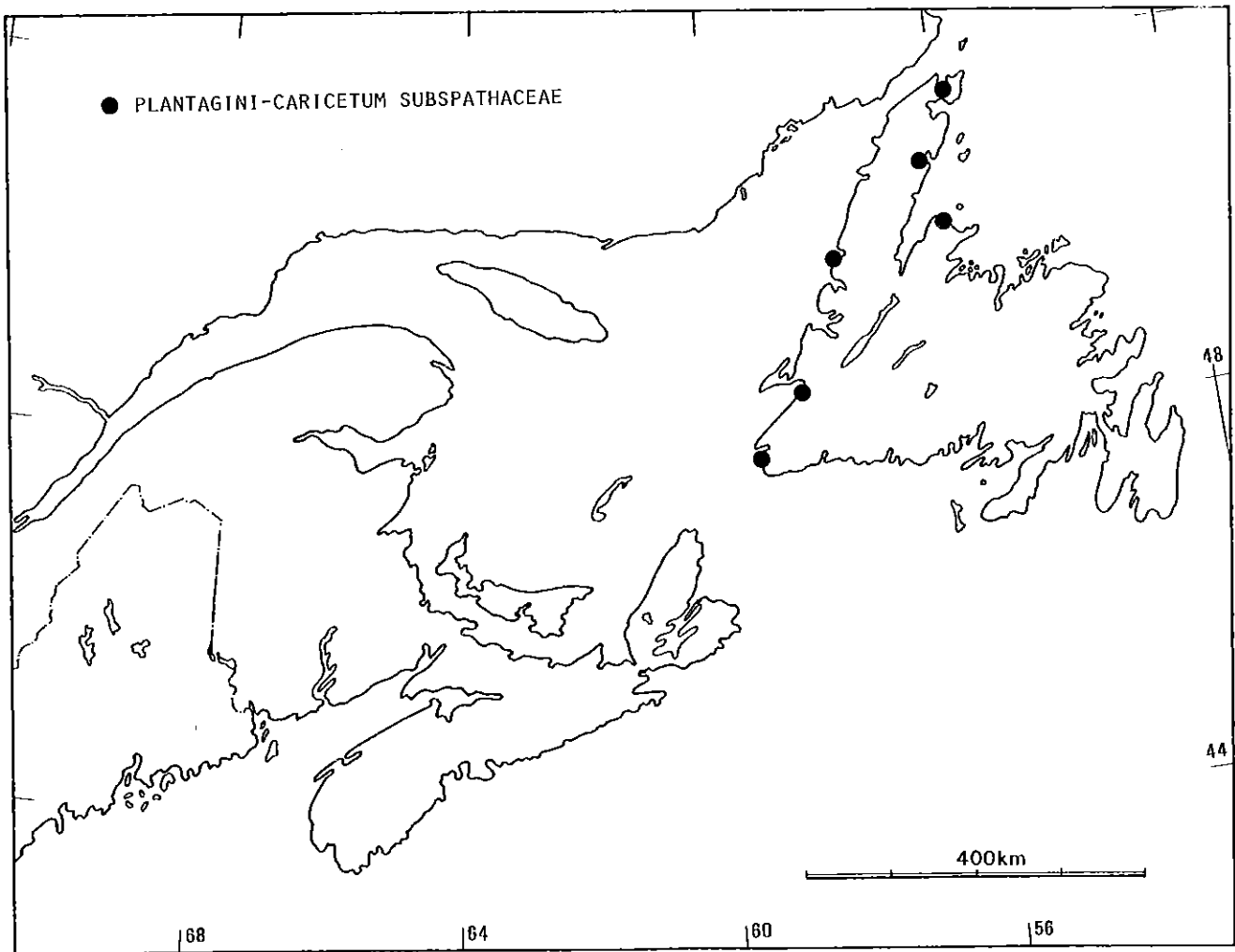


Abb. 99: Verbreitung des *Plantagini-Caricetum subspathaceae*

14. *Plantago maritima* - Gesellschaft

Physiographie und Physiognomie

Die in den Salzwiesen Ostkanadas weit verbreitete Gesellschaft gerät fast bei jedem Springtidenhochwasser völlig unter Wasser; auch die obersten Gesellschaftspartien werden periodisch mit erfaßt. Die Phytozönose bevorzugt feinsandreichen und tonhaltigen Boden. Sie ist in der Höhenzonierung der Salzwiesen oberhalb des *Puccinellietum pauperculae* (sowie des *Plantagini - Caricetum subspatthaceae*, des *Triglochinietum gaspensis* und des *Spartinetum alterniflorae*) anzutreffen (s. Abb. 100 und 101).

Sehr typisch für die Gesellschaft ist die bräunliche Färbung, durch die sie sich auffallend von den sonst stets grünen Salzwiesen abhebt.

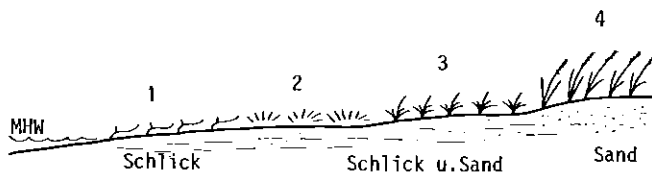
Das Erscheinungsbild von *Plantago maritima* wechselt stark: auf feuchten, schlickreichen Standorten entwickelt sich die Art kräftig mit dicken, fleischi-

gen Blättern, auf trockenerem, sandigem Untergrund bilden sich kleine Rosetten mit schmalen Blättchen aus.

Syndynamik und Synökologie

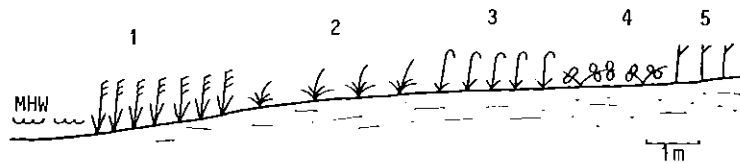
Im Vergleich zu den europäischen *Plantago maritima* - Beständen, die nach Untersuchungen verschiedener Autoren (STERNER 1933, DAHLBECK 1945, POORE and ROBERTSON 1948, GILLHAM 1953, GESSNER 1957, WHITE 1961) nur dort vorkommen, wo andere Gesellschaften infolge zu starker Beweidung zerstört werden, scheinen die ostkanadischen nicht so extrem von derartigen Einflüssen abzuhängen. So genügt offenbar schon das sehr sporadische Durchziehen vereinzelter Wildtiere, um dieser Phytozönose Besiedlungsmöglichkeiten zu verschaffen. Wohl aus diesem Grund ist sie ohne jeglichen Verbreitungsschwerpunkt überall anzutreffen.

Die *Plantago maritima* - Gesellschaft selbst ist sehr trittfest und wird wegen der Kleinwüchsigkeit der bestandsbildenden Arten auch kaum verbissen. Allenfalls die Artenkombination der Zufälligen in dieser Gesellschaft kann sich ändern.



- 1 = *Spergularietum canadensis*
- 2 = *Puccinellietum pauperculae*
- 3 = *Plantago maritima*-Gesellschaft
- 4 = *Honckenyo robustae*-*Elymetum mollis*

Abb.100: Zonierung der Strandvegetation bei Forteau, Labrador (21.8.1975)



- 1 = *Spartinetum alterniflorae*
- 2 = *Plantago maritima*-Ges.
- 3 = *Juncetum gerardii*
- 4 = *Potentilletum egedii*
- 5 = *Juncus balticus*-Ges.

Abb. 101 : Schematische Darstellung der Vegetationszonierung in einer Salzwiese bei Fourchu, Nova Scotia (9.8.1976)

Auffallend ist, daß die Phytozönose bevorzugt an schmalen Böschungen oder verebnenden Terrassenkanten anzutreffen ist, wo häufiger Spülsaumbestandteile abgelagert werden. Daher treten auch immer wieder Nitrophyten wie z.B. *Atriplex* - Arten oder *Potentilla egedii* in dieser Gesellschaft auf.

Ober die Stabilität der *Plantago maritima* - Gesellschaft oder deren Folgegesellschaften stehen für den ostkanadischen Raum Untersuchungsergebnisse noch aus.

Die Bestände sind schwach halophytisch. Bei St. Paul (Newfoundland) beträgt der Salzgehalt im Bodenwasser 1,6 %. LIETH (1964) veröffentlichte von der Gaspé Peninsula Werte, die zwischen 1,8 und 2,3 % variieren.

In europäischen *Plantago maritima* - Beständen wurden Werte von 1,2 bis 3,7 % NaCl im Bodenwasser gemessen (BEEFTINK 1977). An der Ostseeküste wurden in der Gesellschaft sogar die vergleichsweise höchsten Chloridkonzentrationen innerhalb der Salzwiesen festgestellt (TYLER 1971, SCHMEISKY 1974).

Synsystematik und Synchronologie

Plantago maritima L. ist wegen seines variablen Wuchses unterschiedlich benannt worden. BASSETT (1973) hat das *Plantago maritima* - Material aus Ostkanada eingehend untersucht, jedoch keine Artenunterschiede feststellen können. Zu *Plantago maritima* L. sind somit folgende Arten und Unterarten zu stellen:

- *P. maritima* L. ssp. *juncooides* Hultén
- *P. maritima* L. ssp. *juncooides* (Lam.) Gray
- *P. juncooides* Lam. var. *decipiens* (Barn.) Fern.
- *P. juncooides* Lam. var. *glauca* (Hornem.) Fern.
- *P. juncooides* Lam. var. *laurentiana* Fern.
- *P. oliganthos* Roem. et Schult.
- *P. oliganthos* Roem. et Schult. var. *fallax* Fern.

Die ostkanadische *Plantago maritima* - Gesellschaft ist nach dem gegenwärtigen Kenntnisstand vorläufig

noch nicht in den Rang einer Assoziation zu erheben. Bislang liegt noch nicht genügend Aufnahmematerial aus der Holarktis vor; zudem besitzt die Art eine sehr weite ökologische und soziologische Amplitude in den Salzwiesen der gesamten borealen Zone.

Die *Plantago maritima* - Gesellschaft wird zunächst in den Verband *Puccinellion pauper-culae* all. nov. innerhalb der *Glaucopuccinellietalia* Beeftink et Westhoff 1962 gestellt.

Bei dem in Ostkanada gesammelten und in Tabelle 17 zusammengestellten Aufnahmematerial lassen sich vier Untereinheiten ausscheiden. Das sporadische Auftreten einzelner Arten jeweils in den Ausbildungen wird u.a. durch Unebenheiten des von der Gesellschaft besiedelten Bodens verursacht. Schon die kleinste Erhebung oder Vertiefung bedingt eine veränderte Artenkombination aufgrund einer unterschiedlichen Bodenfeuchtigkeit.

In Europa wurde zum ersten Mal ein *Plantaginetum maritima* 1941 von Dahl und Hadac aus dem Oslofjord beschrieben, allerdings ohne Hinzufügung einer Tabelle. Verschiedene weitere *Plantago maritima* - Gesellschaften sind auch aus dem übrigen Europa bekannt (vergl. hierzu TOXEN 1973). Die von BLOUIN et GRANDTNER (1971) sowie von GRANDTNER (1975, 1976 und 1977) von der Gaspé Peninsula beschriebene und mit soziologischen Aufnahmen belegte Assoziation *Plantaginetum juncooides* wird nicht beibehalten, da die der Assoziation zugrundeliegende Kennart *Plantago juncooides* nach den neueren Erkenntnissen als synonym zu *Plantago maritima* aufgefaßt werden muß.

Die *Plantago maritima* - Gesellschaft wurde im ganzen ostkanadischen Küstengebiet angetroffen, ein gewisser Verbreitungsschwerpunkt ist auf Newfoundland zu beobachten (Abb. 102, p. 109).

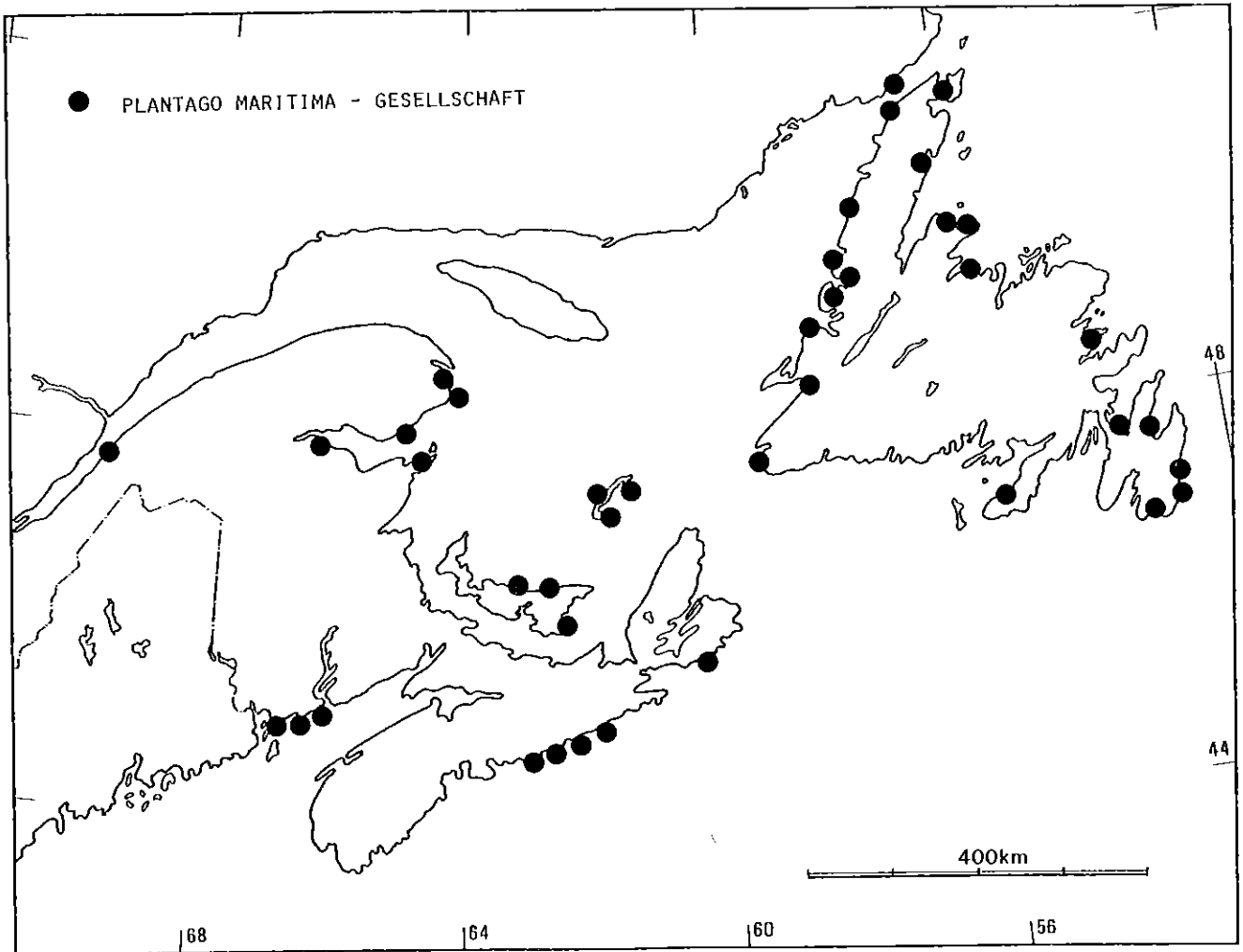


Abb. 102: Verbreitung der *Plantago maritima* - Gesellschaft

15. *Puccinellietum ambiguae*
ass. nov.

Physiographie und Physiognomie

Diese Assoziation hat ihr Verbreitungsgebiet im südwestlichen Teil des Untersuchungsgebietes, wo *Puccinellia paupercula* sukzessive ausfällt. Sie besiedelt jedoch nicht wie das *Puccinellietum pauperculae* den Außenstrand, wo die Brandung aufläuft, sondern kommt in der Regel kleinflächig in Vertiefungen inmitten der Seemarschen vor. In der Höhenzonierung befindet sich das *Puccinellietum ambiguae* zwischen der tiefer liegenden *Salicornia europaea*-Gesellschaft, dem *Spergularietum canadensis* und dem *Spartinetum alterniflora* sowie der höher liegenden *Plantago maritima*-Gesellschaft und dem *Caricetum salinae* (vergl. Abb. 63, p. 59, und 80, p. 78). Abbildung 103 zeigt eine Ausnahme-situation, bei der das *Puccinellietum ambiguae*, abgesehen von dem niedrigwüchsigen *Eleocharis parvula*-Bestand, die seewärtige Außengrenze der Salzwiese bildete.

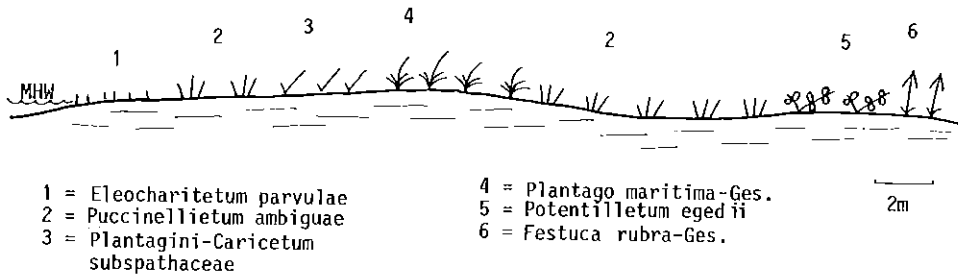


Abb.103: Schematische Darstellung der Vegetation in einer Salzwiese bei Searston, Newfoundland (5.9.1976)

nicht stattzufinden. Nur an dem oben erwähnten Standort bei Searston in Newfoundland ist seewärts eine geringfügige Abtragung der Bestände durch Wellenschlag zu beobachten. Diese Mikrokliffs werden durch Kühe weiter herausmodelliert. Um jedoch eine Aussage über eine eventuelle Sukzession oder Regeneration an diesen Erosionskanten machen zu können, war der Beobachtungszeitraum leider zu kurz. Wird das *Puccinellietum ambiguae* auf seinen normalen Standorten bei einer Sturmflut übersandet, gelingt es den Trieben des Grases in der Regel schnell, die überlagernden Schichten zu durchwachsen und damit zu befestigen.

Die *Puccinellia ambigua*-Bestände werden noch gelegentlich bei normaler Hochflut vom Wasser bedeckt.

Der Deckungsgrad liegt beim *Puccinellietum ambiguae* im Durchschnitt höher als beim *Puccinellietum pauperculae*; es treten jedoch keine weiteren Salzwiesenarten mit höherer Stetigkeit in der Assoziation auf.

Syndynamik und Synökologie

An den Rändern von Vertiefungen gedeiht das *Puccinellietum ambiguae* ohne besonders große Konkurrenz. An den Standorten tritt eine höhere Bodensalzkonzentration auf, hervorgerufen durch Verdunstung der Wasseransammlungen, die offenbar eine Besiedlung durch andere Halophyten erschwert.

Der Boden besteht aus reinen oder schwach sandigen Tonsedimenten, die in charakteristischer Weise ein schwach gebändertes Profil mit einer dünnen, oxydierten Oberfläche zeigen.

Eine besonders ausgeprägte Substratanhäufung oder -erosion an den Standorten dieser Assoziation scheint

Synsystematik und Synchorologie

Puccinellia ambigua Sörens. wird in den meisten kanadischen Floren nicht eindeutig ausgewiesen. Die bei der Feldarbeit in Ostkanada gesammelten Pflanzen wurden jedoch einwandfrei als *Puccinellia ambigua* nach SÖRENSEN (1953) und ROLAND and SMITH (1969) identifiziert¹⁾. *Puccinellia ambigua* (Syn.: *Puccinellia paupercula* var. *alaskana* Fern et Weath.)

1) Die Herbarbelege wurden dankenswerterweise von Herrn Dr. Boivin (Ottawa) überprüft.

ist taxonomisch klar von *Puccinellia paupercola* abzugrenzen.

Aus diesem Grunde wurde das Aufnahmematerial mit *Puccinellia ambigua* zu einer eigenen Assoziation zusammengefaßt und in Tabelle 18 vorgestellt. Sie wird vorläufig bis zur endgültigen Klärung dem Verband *Puccinellion paupercolae* all. nov. innerhalb der Ordnung *Glaucoco-Puccinellietalia* Beeftink et Westhoff 1962 zugeordnet. Das Aufnahmematerial ist mengenmäßig noch zu gering, um verschiedene Subasso-

ziationen ausscheiden zu können. Zudem waren die verhältnismäßig kleinflächigen Bestände durch Beweidung geschädigt, so daß erst noch weitere, besser erhaltene Flächen aufgenommen werden sollten.

Das Areal des *Puccinellietum ambiguae* zeigt eine südboreale Verbreitungstendenz. Die Gesellschaft ist auffallend oft auf den Iles de la Madeleine zu beobachten, kommt dagegen an den Küsten außerhalb des Gulf of St. Lawrence nach bisherigen Kenntnissen sehr selten vor (Abb. 104).

Tab. 18 : *Puccinellietum ambiguae*

Nr.d.Aufnahme:	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Größe d.Probefläche (m ²):	1	1	1	1	1	1	1	4	1	4	1	1	4	1	4	1
Vegetationsbedeckung (%):	70	90	60	75	80	60	90	90	60	95	90	80	99	60	95	60
Artenzahl:	5	4	5	6	7	4	5	4	4	4	5	3	3	3	3	4
<u>Kennart d.Ass.:</u>																
<i>Puccinellia ambigua</i>	5	5	4	5	4	4	5	5	4	5	5	5	5	5	5	4
<u>Kennarten d.höh.Einheit.:</u>																
<i>Plantago maritima</i>	.	.	.	1	1	+	2	1	1	1	1	1	1	1	1	r
<i>Spergularia canadensis</i>	1	2	+	+	2	1	1	3	2	2	.	.	.	.	.	.
<i>Glaux maritima</i>	r	.	r	+	+	.	.	.	1	1	.	2	1	.	.	.
<i>Triglochin maritima</i>	.	1	+	.	1	1	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Ranunculus cymbalaria</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	1	.	.	.
<i>Triglochin gaspense</i>	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<u>Begleiter:</u>																
<i>Salicornia europaea</i>	+	1	+	1	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Spartina alterniflora</i>	.	.	.	+	.	.	2	+	.	.	1	.	.	.	.	.
<i>Suaeda maritima</i>	.	.	.	.	+	.	.	r	.	.	.	.	.	.	.	+
<i>Spartina patens</i>	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Limonium nashii</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+

Nachweis der Vegetationsaufnahmen:

- 1 (15.8.76) Black Harbour Newbrunswick
- 2 (20.8.76) Cacouna, Québec
- 3 (21.8.76) Capucins, Québec
- 4 (29.8.76) Havre Aubert, Iles de la Madeleine
- 5 (17.8.76) Cap de l'Est, Iles de la Madeleine
- 6 (31.8.76) Ile de la Grande Entrée, Iles de la Madeleine
- 7 (12.8.76) Martinique Beach, Nova Scotia
- 8 (12.8.76) Martinique Beach, Nova Scotia
- 9 (31.8.76) Cap N-Est, Iles de la Madeleine
- 10 (5.9.76) Searston, Newfoundland
- 11 (21.8.76) Capucins, Québec
- 12 (31.8.76) Old Harry, Iles de la Madeleine
- 13 (22.8.76) Sandy Beach (Gaspé), Québec
- 14 (9.8.76) Marie Joseph, Nova Scotia
- 15 (12.8.76) Martinique Beach, Nova Scotia
- 16 (3.9.76) Cheticamp, Nova Scotia

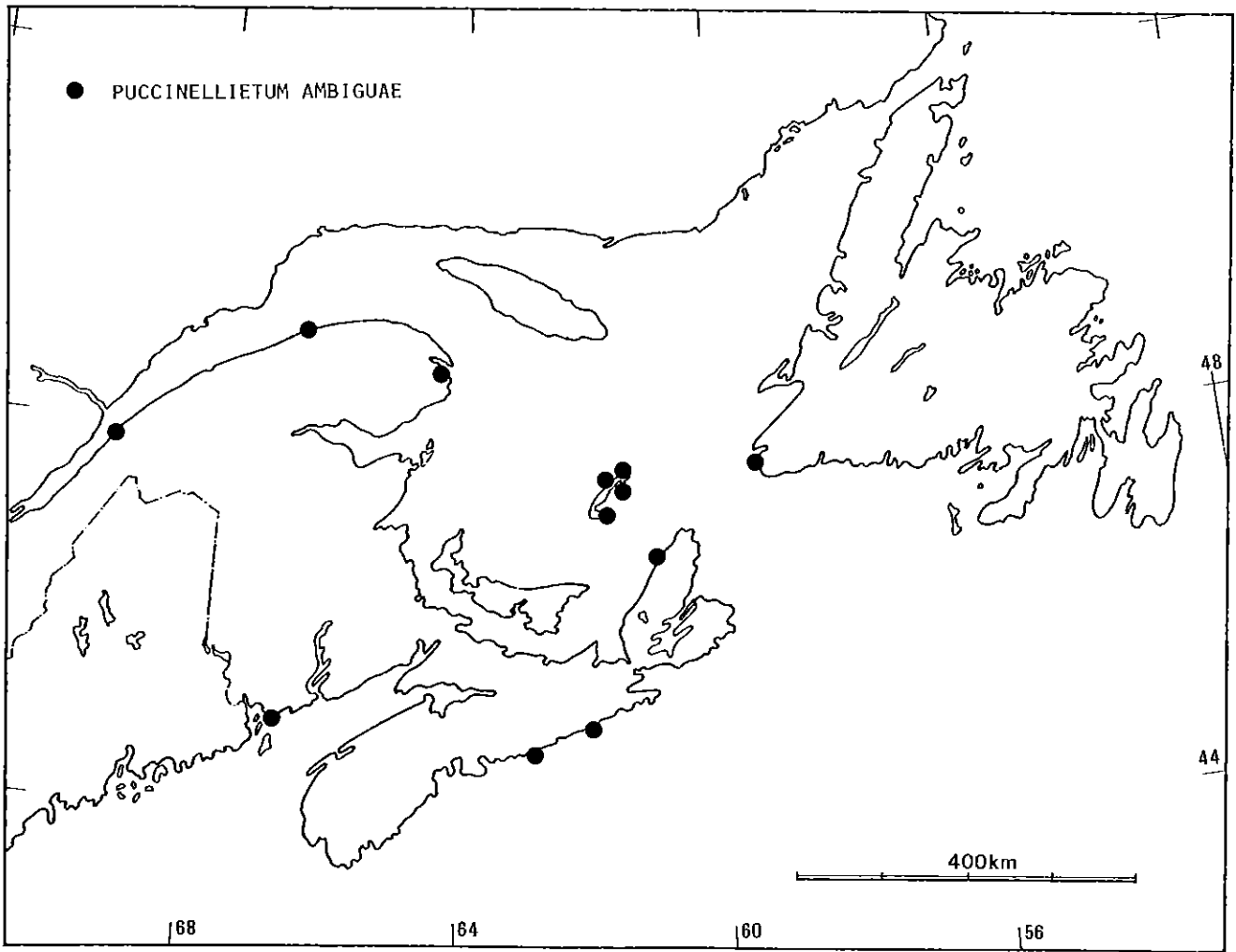


Abb. 104: Verbreitung des *Puccinellietum ambiguae*

16. *Ranunculetum cymbalariae*
ass. nov.

Physiographie und Physiognomie

In den schlickreichen Salzwiesen auf Newfoundland und der Gaspé Peninsula findet man das *Ranunculetum cymbalariae* in der Höhenzonierung oberhalb der *Salicornia europaea* - Gesellschaft (bzw. des *Puccinellietum pauperculae*) und des *Plantagini-Caricetum subspathaceae* (s. Abb. 105). Die Wuchsorte liegen knapp oberhalb der

MHW-Linie, die Gesellschaft wird also nur bei Hochfluten von Meereswasser beeinflusst.

Das *Ranunculetum cymbalariae* wächst meist nur auf wenige Quadratmeter großen Flächen in flachen Mulden. Nur selten erreichen die Bestände eine Ausdehnung von mehreren hundert Quadratmetern. Bei St. Paul (Newfoundland) wurden solche ausgedehnten, fast reinen Flächen mit *Ranunculus cymbalaria* beobachtet, die in der Höhenzonierung noch oberhalb der *Plantago maritima* - Gesellschaft lagen.

Charakteristisch ist, daß sich die Assoziation an ihrem landseitigen Saum mit dem *Eleocharitetum halophila* verzahnt.

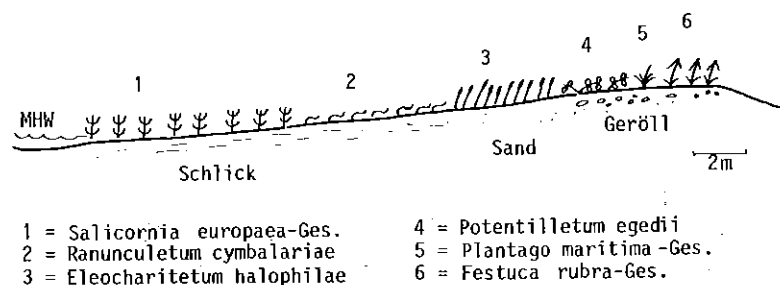


Abb.105: Schematische Darstellung der Vegetationsverteilung am Pearson Pond, Newfoundland (18.8.1975)

Syndynamik und Synökologie

Ranunculus cymbalaria überzieht als Amphiphyt im Frühjahr ohne jede Konkurrenz flache Mulden. Die ökologischen Untersuchungen von LIETH (1964) lassen an diesen Stellen unterirdischen Süßwassereinfluß vermuten: auf der Gaspé Peninsula wurde von ihm ein Salzgehalt von nur 0,7 bis 1,1 % im Bodenwasser bei *Ranunculus cymbalaria* festgestellt. Höhere Werte (1,8 bis 1,9 %) wurden bei eigenen Messungen im September 1978 bei St. Paul (Newfoundland) gefunden (vergl. Abb. 52, p. 49).

Synsystematik und Synchorologie

Die im ostkanadischen Untersuchungsgebiet gesammelten Aufnahmen mit *Ranunculus cymbalaria* wurden zu einer Assoziation vereinigt (Tab. 19). Es konnten dabei zwei Subassoziationen ausgeschieden werden: Die Subassoziation von *Puccinellia paupercula* sub-

ass. nov. und die Typische Subassoziation subass. nov., die wiederum in eine Typische Variante und in eine Variante von *Eleocharis halophila* untergliedert wird.

Das *Ranunculetum cymbalariae* wird dem *Puccinellion pauperculae* all. nov. innerhalb der *Glaucopuccinellietalia* Beefink et Westhoff 1962 zugeordnet.

Auf dem nordamerikanischen Kontinent kommt *Ranunculus cymbalaria* Pursh. in verschiedenen Varietäten vor (FERNALD 1914, BENSON 1948). Die ostkanadischen Sippen wurden von SCOTT (1976) als *Ranunculus cymbalaria* Pursh. var. *alpinus* Hook. bezeichnet, doch distanzierte er sich inzwischen von dieser Auffassung (ndl. Mitt.). Genauere Untersuchungen über die marinen und binnenländischen Sippen liegen bislang noch nicht vor.

In Europa wurde *Ranunculus cymbalaria* an drei Stellen (S-Norwegen, W-Schweden, S-Finnland) durch Schiffs-

fracht aus Amerika anthropogen verbreitet (RY-
VARDEN 1968).

Das *Ranunculetum cymbalariae*
wurde nur auf Newfoundland und der Gaspé Peninsula
nachgewiesen (Abb. 106).

Tab. 19 : *Ranunculetum cymbalariae*

1 = Subassoziation von *Puccinellia paupercula*
2 = Typische Subassoziation
a = Typische Variante
b = Variante von *Eleocharis halophila*

	1					2 a					2 b							
Nummer d. Aufnahme:	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Größe d. Probefläche (m ²):	4	1	1	4	10	1	10	10	1	1	1	4	1	1	10	4	4	4
Vegetationsbedeckung (%):	60	60	70	80	90	60	99	99	80	80	70	50	60	65	80	90	90	90
Artenzahl:	3	2	3	3	4	2	2	2	2	4	2	2	3	3	3	4	4	3
<u>Kennart der Ass.:</u>																		
<i>Ranunculus cymbalaria</i>	4	4	4	5	5	4	5	5	5	5	4	3	4	4	5	5	5	5
<u>Trennart d. Subass.:</u>																		
<i>Puccinellia paupercula</i>	2	1	1	1	2	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<u>Trennart d. Variante:</u>																		
<i>Eleocharis halophila</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	2	3	2	3
<u>Kennarten d. höh. Einh.:</u>																		
<i>Plantago maritima</i>	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	2	2	+	.	1	+	+
<i>Triglochin gaspense</i>	.	.	+	2	1	.	.	1	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Spergularia canadensis</i>	.	.	.	.	1	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Carex subspathacea</i>	.	.	.	.	.	.	2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<u>Begleiter:</u>																		
<i>Salicornia europaea</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	1	+	+	.
<i>Agrostis stolonifera</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	2	.	.	.	.	.

Nachweis der Vegetationsaufnahmen:

1	(16.8.75)	Pearson Pond, Nfld.
2	(12.9.78)	Shores Cove, Nfld.
3	(1.8.76)	Bonne Bay, Nfld.
4	(22.8.75)	Pistolet Bay, Nfld.
5	(14.8.75)	St. Paul, Nfld.
6	(9.9.78)	Baie Verte, Nfld.
7	(16.8.75)	St. Paul, Nfld.
8	(14.8.75)	" "
9	(21.8.76)	St. Louis, Québec
10	(20.8.76)	L'Ans au Portage, Québec
11	(14.8.75)	St. Paul, Nfld.
12	(22.8.75)	Pistolet Bay, Nfld.
13	(16.6.76)	Gaspé, Québec
14	(1.8.76)	Bonne Bay, Nfld.
15	(2.8.76)	St. Paul, Nfld.
16	"	" "
17	"	" "
18	"	" "

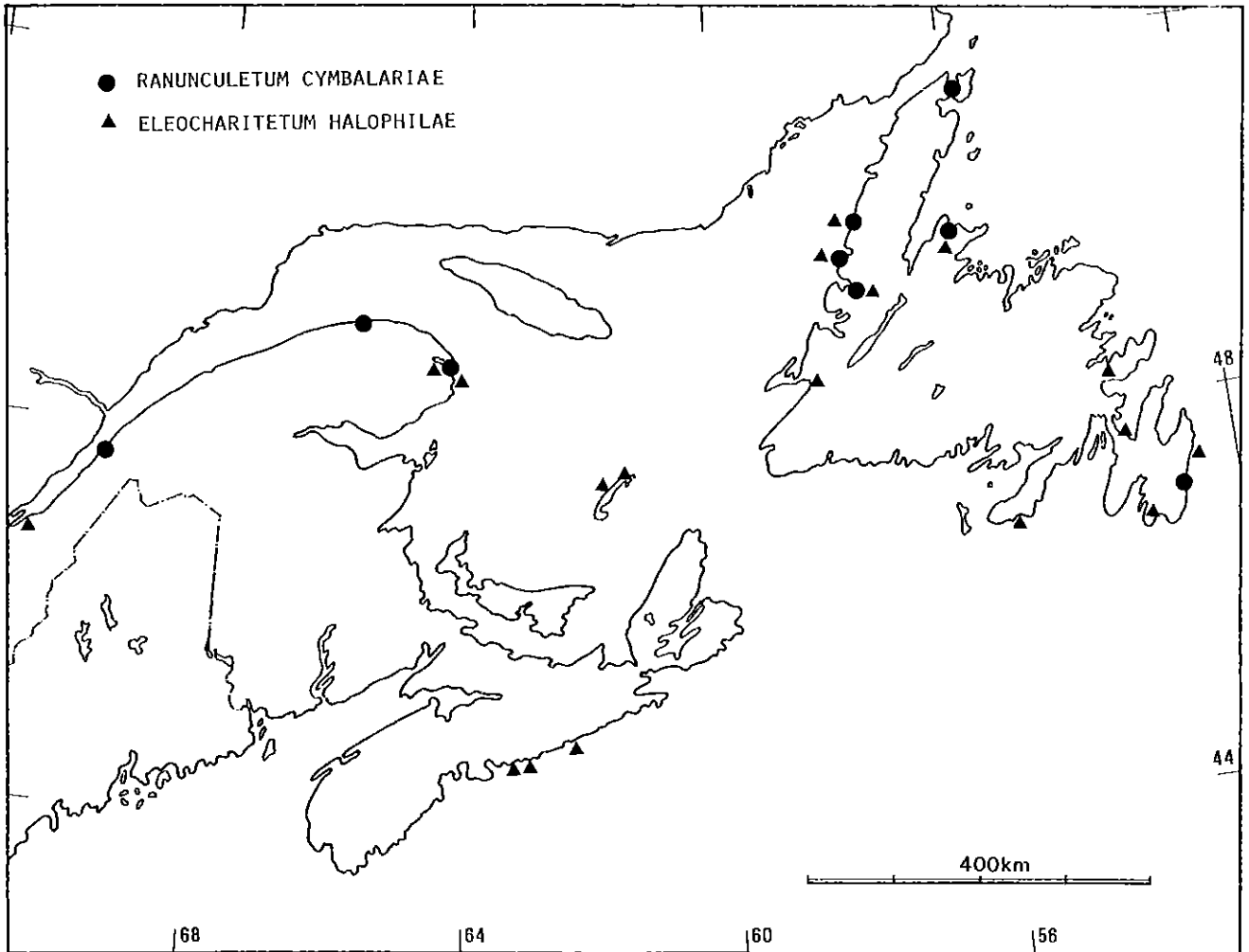


Abb. 106: Verbreitung des *Ranunculetum cymbalariae* und des *Eleocharitetum halophilae*

17. *Puccinellietum coarctatae* Nordhagen 1954 nom. mut. Thannh.

Physiographie und Physiognomie

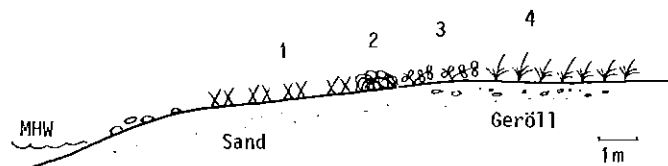
Diese ausgesprochen artenarme Assoziation besiedelt auf Newfoundland Sand- und Kiesstrände oberhalb der MHW-Linie. Die Bestände wachsen in offenen, schmalen Streifen, die kaum eine Breite von 3 - 4 m erreichen (s. Abb. 107). Die graugrüne Kennart *Pucci-*

nellia coarctata wächst rasenartig, die Halme kriechen auf dem Boden. Die Deckung in der Assoziation überschreitet selten 75 %.

Die Bestände sind physiognomisch leicht von den niedrigwüchsigen *Puccinellia paupereula* - Teppichen zu unterscheiden.

Synökologie

Der Nährstoffhaushalt der Assoziation wird durch Ab-



- 1 = *Puccinellietum coarctatae*
- 2 = Tangablagierung
- 3 = *Potentilletum egedii*
- 4 = *Plantago maritima*-Ges.

Abb.107; Schematische Darstellung der Vegetation am Pearson Pond, Newfoundland (16.8.1975)

lagerungen von Spülsaumresten beeinflusst, der Sandboden selbst ist nährstoffarm. KALELA (1939) bezeichnet *Puccinellia coarctata* als nitrophil. *Puccinellia coarctata* ist auf Newfoundland als mehrjähriger, halophytischer Hemikryptophyt anzusehen; in Norwegen dagegen scheint die Art auf Tangwällen als Therophyt zu wachsen (NOROHAGEN 1940).

Der Boden setzt sich zusammen aus einer humosen,

sandigen Feinerde mit wenigen, kleinen Rostflecken und darunter einem sandigen Gley mit sehr zahlreichen Rostflecken.

Synsystematik und Synchorologie

Die Assoziation wurde zuerst als *Puccinellietum retroflexae* von NORDHAGEN

Tab. 20 : *Puccinellietum coarctatae*

Nummer der Aufnahme:	1	2	3	4	5	6
Größe d.Probefläche (m²):	4	1	4	4	4	2
Vegetationsbedeckung (%):	70	40	50	75	60	60
Artenzahl:	1	2	2	2	2	3
<hr/>						
Kennart der Ass.:						
<i>Puccinellia coarctata</i>	4	3	4	5	4	4
Kennarten d.höh.Einheit.:						
<i>Plantago maritima</i>	.	1	1	1	.	.
<i>Spergularia canadensis</i>	.	.	.	.	1	1
Begleiter:						
<i>Atriplex spec.</i>	.	.	.	.	.	+

Nachweis der Vegetationsaufnahmen:

- 1 (23.8.75) Giquet, Nfld.
- 2 (16.8.75) Parson's Pond, Nfld.
- 3 (12.8.75) Chapel Island, Nfld.
- 4 (29.8.75) Summerville, Nfld.
- 5 (12.9.78) Whites Bay, Nfld.
- 6 (12.9.78) Whites Bay, Nfld.

(1954) aus der Finnmark (N-Norwegen) beschrieben. Da die boreal-arktische Art *Puccinellia retroflexa* nach SØRENSEN (1953) und LID (1963) zu *Puccinellia coarctata* Fern. et Weath. gehört, wurde die von NORDHAGEN benannte Gesellschaft aus nomenklatorischen Gründen (BEEFTINK 1968) in *Puccinellietum coarctatae* Nordhagen 1954 nom. mut. umbenannt (s. Tab. 2D).

Die Assoziation wurde provisorisch dem Verband *Armerion maritima* e Br.-Bl. et De Leeuw 1936 zugeordnet und in die *Glaucopuccinellietalia* Beeftink et Westhoff 1962 gestellt.

Weitere Gesellschaftsbeschreibungen mit *Puccinellia coarctata* aus Nordeuropa und der Sowjetunion sind bei KORTSCHAGIN (1935), REGEL (1938), KALELA (1939), GILLNER (1955) und THANNHEISER (1974) zu finden. Verwandte *Puccinellia coarctata* - Gemeinschaften sind von LID (1964) aus Jan Mayen und von STEINDORS-

SON (1954) aus Island publiziert worden. Aufgrund seiner Untersuchungen in SE-Grönland erwähnt DE MOLENAAR (1974) zwei Assoziationen, ohne sie jedoch mit Vegetationsaufnahmen zu belegen: ein *Puccinellietum coarctatae* De Molenaar 1974 und ein *Triglochino-Puccinellietum coarctatae* Nordhagen 1954 em. De Molenaar 1974.

Puccinellia coarctata Fern. et Weath. (Syn.: *P. retroflexa* ssp. *borealis* var. *virescens* Holmb.) besiedelt die Küsten von Labrador, Newfoundland, Grönland, Island, Nordnorwegen und der NW-Sowjetunion (vergl. HULTEN 1958).

Im ostkanadischen Untersuchungsgebiet ist das *Puccinellietum coarctatae* offenbar nicht so sehr häufig, es wurde nur an der Nord- und Ostküste von Newfoundland gefunden (Abb. 108). Über eine weitere Verbreitung der Assoziation in Nordamerika liegen bisher keine Angaben vor.

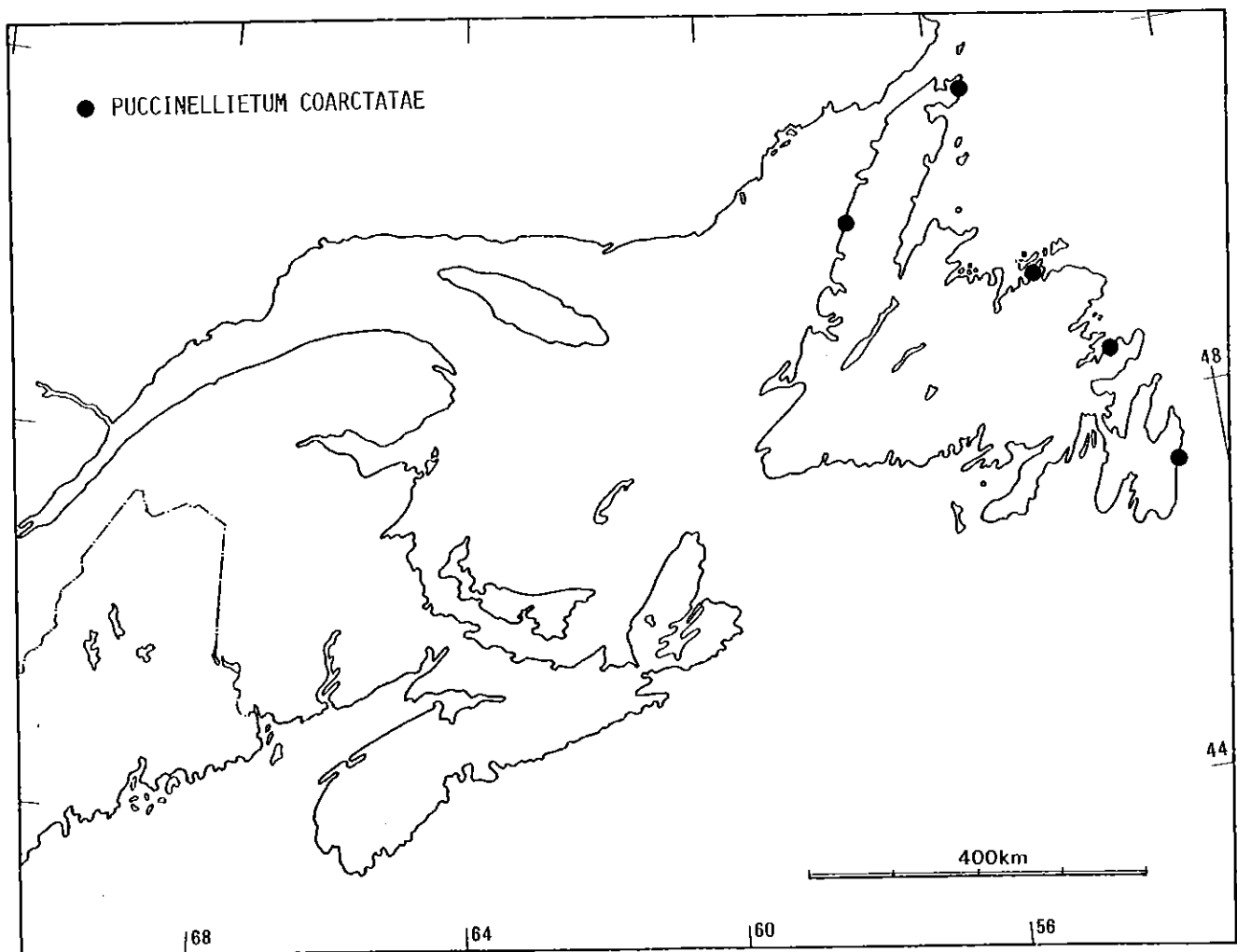


Abb. 108: Verbreitung des *Puccinellietum coarctatae*

18. *Eleocharitetum halophilae*
ass. nov.

Physiographie und Physiognomie

Der etwa 20 bis 30 cm hohe *Eleocharis halophila* Fern. et Brack. ist in größeren Salzwiesen Ostkanadas nicht selten, er steht allerdings meist vereinzelt in anderen Salzwiesen - Gesellschaften. Größere Bestände wurden nur in den ausgedehnten Salzwiesen auf Newfoundland und der Gaspé Peninsula beobachtet. Dort bildet die Art dichte Teppiche, die im Herbst eine charakteristische, leicht orange-braune Färbung annehmen.

Die Assoziation bevorzugt vernäßte Standorte im oberen Bereich der Salzwiesen, wo sich winterliche Eispresung z.B. kaum noch auswirkt.

Das *Eleocharitetum halophilae* gleicht physiognomisch den europäischen *Eleocharis wiglumis* - Gesellschaften an der Ostsee.

Syndynamik und Synökologie

Sowohl über die Sukzession als auch die ökologischen Ansprüche des *Eleocharitetum halophilae* liegen bisher kaum Untersuchungen vor. Oft ist jedoch zu beobachten, daß, wenn eine mehrere Zentimeter hohe Wasserschicht den Boden des Assoziationsstandortes bedeckt, eine Entwicklung zum *Ranunculetum cymbalariae* stattfindet.

Die Bestände der Assoziation selbst werden nicht beweidet. Andererseits siedelt *Eleocharis halophila* häufig in den wassergefüllten Trittsiegeln, die in den angrenzenden Salzwiesen von Pferden und Kühen hinterlassen werden; er wird aber wohl rasch wieder verdrängt.

Synsystematik und Synchorologie

Nach dem Aufnahmestoff aus dem ostkanadischen Untersuchungsgebiet bot sich die Aufstellung einer eigenen Assoziation an. Sie wird vorläufig - bis zur weiteren Klärung - dem europäischen Verband *Armerion maritimae* Br.-Bl. et De Leeuw 1936 und den *Glaucopuccinellietalia* Beefink et Westhoff 1962 zugeordnet. Innerhalb der Assoziation (Tab. 21) konnte eine Subassoziation von *Ranunculus cymbalaria* subass. nov. ausgeschieden werden, die den Übergang zum *Ranunculetum cymbalariae* andeutet. Die typische Subassoziation subass. nov. repräsentiert die trockeneren Bestände und grenzt an verschiedene Gesellschaften an (Abb. 109). Neben der dominanten Assoziations-Kennart kommt noch die Subassoziations-Trennart *Ranunculus cymbalaria* mit höherer Stetigkeit vor; alle übrigen Arten sind wenig stet.

Über die Verbreitung des *Eleocharitetum halophilae* ist bisher wenig bekannt. Die Assoziation gehört aber wohl zu den etwas selteneren Salzwiesen-Phytozönosen.

Im ostkanadischen Untersuchungsgebiet ist sie zerstreut überall anzutreffen (vergl. Abb. 106, p. 115).

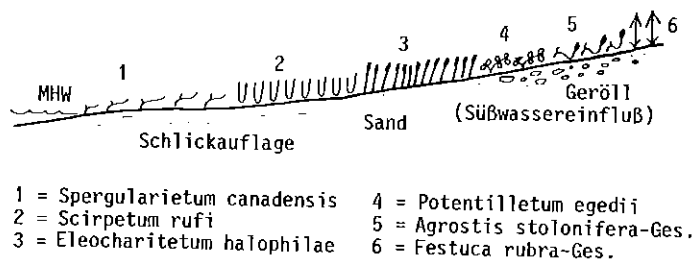


Abb. 109 : Schematische Darstellung der Strandvegetation am Pearson Pond, Newfoundland (16.8.9175)

Tab. 21 : Eleocharitetum halophilae

1 = Subassoziation von Ranunculus cymbalaria
2 = Typische Subassoziation

	1													2															
Nr. d.Aufnahme:	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
Größe d.Probefläche (m²):	10	4	4	10	4	1	1	4	4	4	2	4	4	1	1	4	1	1	1	4	1	4	4	4	1	4	4	1	4
Vegetationsbedeckung (%):	70	90	99	90	60	50	70	99	90	60	80	70	95	75	70	55	75	80	40	90	80	99	90	60	80	60	80	90	50
Artenzahl:	2	2	3	2	3	2	3	4	3	3	4	3	3	4	1	1	1	1	2	4	4	3	3	2	3	3	3	4	3
<u>Kennart der Ass.:</u>																													
Eleocharis halophila	4	5	5	5	4	3	4	5	5	4	5	4	5	5	4	4	5	5	3	5	5	5	5	4	5	4	5	5	3
<u>Trennart d.Subass.:</u>																													
Ranunculus cymbalaria	2	2	2	3	1	2	1	2	2	1	2	1	1	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<u>Kennarten d.höh.Einheit.:</u>																													
Plantago maritima	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	1	1	1	1	.	+	.	.	.	.	.	1	+	.	.	.	.	.	.
Triglochin maritima	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	+	+	1	1	.	r	.	.
Triglochin palustre	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	1	.	.	+
Triglochin gaspense	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	2	.	+
Scirpus rufus	.	.	.	.	.	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+
Carex subspathacea	.	.	.	.	.	.	2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.
Glaux maritima	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.
<u>Begleiter:</u>																													
Potentilla egedii v.groenl..	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Agrostis stolonifera	.	.	r	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+

Nachweis der Vegetationsaufnahmen:

1	(30.8.75)	Webber Cove, Nfld.
2	(28.8.75)	Lethbridge, Nfld.
3	(7.8.76)	Stephenville Crossing, Nfld.
4	(16.8.75)	Pearson Pond, Nfld.
5	(12.9.78)	Whitles Bay, Nfld.
6	(31.8.76)	Point au Loup, Iles de la Madeleine
7	(7.8.76)	Stephenville Crossing, Nfld.
8	(16.8.75)	Pearson Pond, Nfld.
9	(2.8.76)	St.Paul, Nfld.
10	(12.9.78)	Biscay Bay, Nfld.
11	(2.8.76)	St.Paul, Nfld.
12	(12.9.78)	Daniels Point, Nfld.
13	(1.8.76)	Bonne Bay, Nfld.
14	(12.8.76)	Martinique Beach, Nova Scotia
15	(19.8.76)	St.Vallier, Québec
16	(9.9.76)	Baie Verte, Nfld.
17	(12.8.76)	Lawrencetown Beach, Nova Scotia
18	(10.8.76)	Port Dufferin, Nova Scotia
19	(17.6.76)	Cap de l'Est, Iles de la Madeleine
20	(10.8.75)	Bellvue Park, Nfld.
21	(22.8.76)	Barachois, Québec
22	(1.8.76)	Bonne Bay, Nfld.
23	(1.8.76)	Bonne Bay, Nfld.
24	(1.8.76)	Bonne Bay, Nfld.
25	(10.8.76)	Port Dufferin, Nova Scotia
26	(2.8.76)	St.Paul, Nfld.
27	(7.8.76)	Stephenville Crossing, Nfld.
28	(1.8.76)	Bonne Bay, Nfld.
29	(16.6.76)	Gaspé, Québec

19. *Caricetum mackenziei*
Nordhagen 1954

Physiographie und Physiognomie

Carex mackenziei - Bestände wurden in Ostkanada in geringer Flächenausdehnung im oberen Teil der großen Salzwiesen angetroffen. Die Gesellschaft bevorzugt leichte Vertiefungen mit stagnierender, 1 - 2 cm hoher Wasserbedeckung. Auch an den Ufern von Bachzuflüssen kann das *Caricetum mack-*

enziei beobachtet werden (Abb. 159 im Anhang).

Die Assoziation wird nur episodisch vom Springtidenhochwasser überspült. In der Höhenzonierung der Salzwiesen steht das *Caricetum mackenziei* meist oberhalb des *Scirpetum rufi* (Abb. 110).

Carex mackenziei bildet eine gleichmäßige, zusammenhängende Vegetationsdecke; Art und Gesellschaft sind physiognomisch schon aus einer größeren Distanz an den gelbgrünen Blättern und im Herbst an der goldgelben Verfärbung zu erkennen.

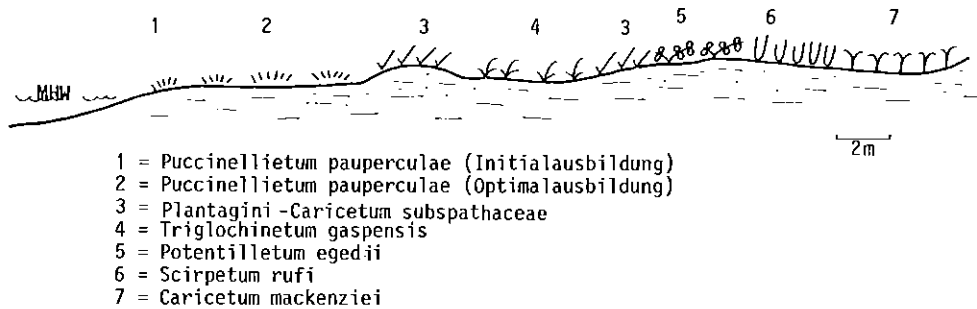


Abb. 110: Schematische Darstellung der Vegetationsverteilung in einer Salzwiese der Pistolet Bay, Newfoundland (4.8.1976)

Tab. 22 : *Caricetum mackenziei*

Nummer d. Aufnahme:	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Größe d. Probefläche (m²):	4	1	2	2	4	1	4	1	1	1	1	4	2	4	4	4
Vegetationsbedeckung (%):	80	80	90	80	80	80	80	80	90	95	80	80	80	95	95	90
Artenzahl:	1	2	2	2	3	3	2	2	3	4	3	3	3	2	3	2
<u>Kennart d. Ass.:</u>																
<i>Carex mackenziei</i>		5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
<u>Kennarten d. höh. Einheit.:</u>																
<i>Scirpus rufus</i>				1	1	1	1									
<i>Triglochin gaspense</i>						1	1	1								
<i>Stellaria humifusa</i>									+	r						
<i>Carex palacea</i>										+						
<i>Triglochin maritima</i>											+					
<i>Eleocharis halophila</i>												+				
<u>Begleiter:</u>																
<i>Agrostis stolonifera</i>											1	1	1			
<i>Galium palustre</i>					+								+			
<i>Potentilla egedii</i>									+							+
<i>Spartina alterniflora</i>		1														
<i>Spartina patens</i>										1						
<i>Festuca rubra</i>																r

Nachweis der Vegetationsaufnahmen:

1	(22.8.75)	Deadman's Cove, Nfld.	8	(4.8.76)	Pistolet Bay, Nfld.
2	(11.8.76)	Lawrencetown Beach, Nova Scotia	9	(31.8.76)	Cap N-Est, Iles de la Madeleine
3	(2.8.76)	St. Paul, Nfld.	10	(31.8.76)	Pointe à Keaton, Iles de la Madeleine
4	(2.8.76)	" "	11	(11.8.76)	Lawrencetown Beach, Nova Scotia
5	(4.8.76)	Cloud River, Nfld.	12	(2.8.76)	St. Paul, Nfld.
6	(4.8.76)	" "	13	(2.8.76)	St. Paul, Nfld.
7	(4.8.76)	Pistolet Bay, Nfld.	14	(22.8.75)	Cook's Harbour, Nfld.
			15	(21.8.75)	Forteau, Labrador
			16	(24.8.75)	Pistolet Bay, Nfld.

Synökologie

Das *Caricetum mackenziei* bevorzugt die vom Brackwasser beeinflussten Standorte. Der Boden besteht aus einer nassen Lehmunterlage mit einer torfartigen Humusschicht.

Synsystematik und Synchorologie

Die erste nomenklatorisch gültige Beschreibung dieser artenarmen Assoziation lieferte NORDHAGEN (1954) von der norwegischen Eismeerküste. 1976 und 1977 publizierte GRANDTNER die Gesellschaftsanalyse eines *Caricetum mackenziei* von den Iles de la Madeleine, die mit der NORDHAGEN'schen Assoziation als identisch anzusehen ist. Auch die eigenen Aufnahmen (Tab. 22) aus dem gesamten ostkanadischen Untersuchungsgebiet sind dieser erstbeschriebenen Phytozönose zuzuordnen.

Das *Caricetum mackenziei* soll

hier provisorisch in den Verband *Armerion maritimae* Br.-Bl. et De Leeuw 1936 und in die *Glaucopuccinellietalia* Beeftink et Westhoff 1962 gestellt werden.

Verschiedene *Carex mackenziei* - Gesellschaften werden an zahlreichen Stellen in Nordeuropa und Island angetroffen, wie die Publikationen von KALELA (1939), NORDHAGEN (1954), STEINDORSSON (1954) und GILLNER (1955, 1960) zeigen. Isolierte, kleine Bestände von *Carex mackenziei* können auch in der Küstenvegetation der Ostsee vorkommen (LEIVISKÄ 1908, ALMQVIST 1929, TYLER 1969 und ELEVELAND 1976).

Das *Caricetum mackenziei* besitzt - soweit bislang bekannt - in Ostkanada das Hauptverbreitungsgebiet auf Newfoundland, ist aber auch von den Iles de la Madeleine und aus Nova Scotia bekannt (Abb. 111).

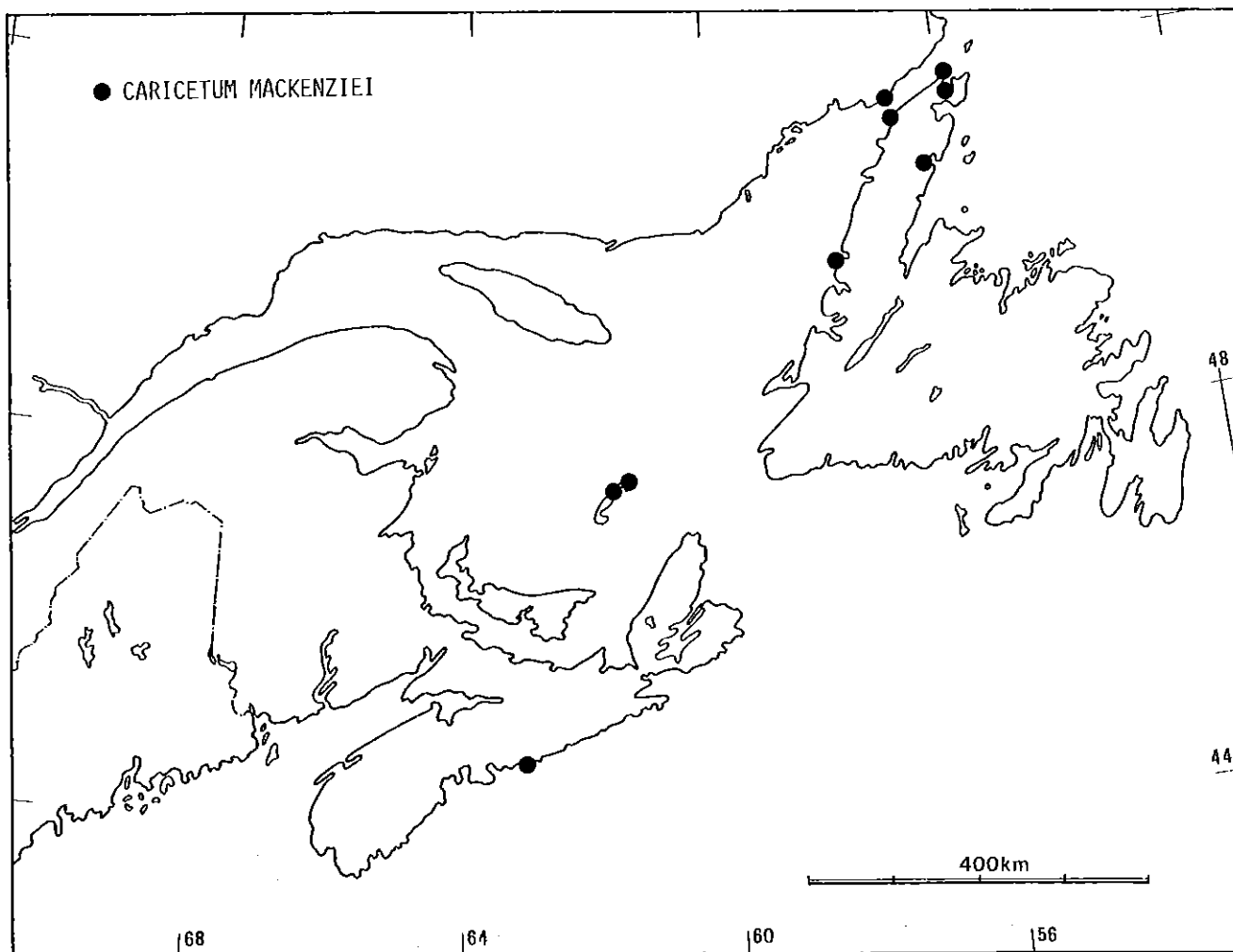


Abb. 111: Verbreitung des *Caricetum mackenziei*

2D. *Caricetum salinae*

Nordhagen 1954

Physiographie und Physiognomie

Die Assoziation besiedelt nur kleine Flächen und meidet dabei die offene Brandungslinie. In der Höhenzonierung der Salzwiesen wächst sie zwischen dem *Eleocharitetum halophilae* und dem *Triglochinietum gaspensis* (Abb. 112). Vom mittleren Hochwasser wird die Assoziation noch erreicht.

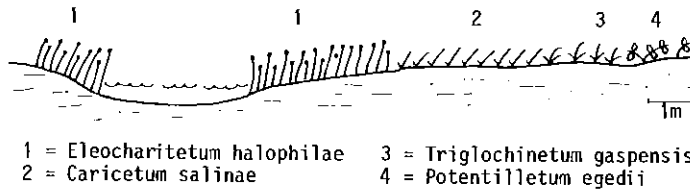


Abb.112 : Schematische Darstellung der Vegetationszonierung in den Seemarschen bei Gaspé, Québec (16.6.1976)

Synsystematik und Synchorologie

Die Assoziation wurde von NORDHAGEN (1954) aus Nordnorwegen beschrieben und mit einer Tabelle belegt; sie wurde damit eindeutig gegen das *Caricetum subspathaceae* abgegrenzt.

CHAPMAN (1959) ordnet das *Caricetum salinae* seinem *Eco - Magnocaricion paleaceae* zu, das er zu den *Phragmitetalia* stellt.

Nach der eigenen Auffassung gehört die Assoziation aufgrund der Artenzusammensetzung jedoch eindeutig zu den Salzwiesen - Gesellschaften. Bis zur endgültigen Bearbeitung der höheren Einheiten erfolgt hier daher eine Zuordnung zum Verband *Armerion maritima* Br.-Bl. et De Leeuw 1936 innerhalb der *Glaucopuccinellietalis* Beftink et Westhoff 1962.

Carex salina Wahlb. und *Carex subspathaceae* Wormsk. wurden früher auf der Nordhemisphäre sippsystematisch nicht eindeutig unterschieden. In Europa wie in Kanada kommen viele Hybriden der beiden Seggen vor. Unter dem von mir aus der Gaspé Peninsula gesammelten Material konnte Dr. B. Boivin (Ottawa) zwei verschiedene Varietäten feststellen (*Carex sa-*

Die *Carex salina* - Bestände sind schon rein optisch durch ihre größere Wuchshöhe (20 - 30 cm) vom *Plantagini - Caricetum subspathaceae* zu unterscheiden.

Synökologie

Die ökologischen Beobachtungen von NORDHAGEN (1954) und VESTERGAARD (1972), wonach *Carex salina* bei Süßwassereinfluß eine geschwächte Vitalität zeigt, trifft nach eigenen Untersuchungen auch für die Bestände im ostkanadischen Untersuchungsgebiet zu:

lina Wahl. var. *salina* und var. *subspathaceae* Tuck.).

Von HULTEN (1950) und von GILLNER (1960) wurde in Nordeuropa *Carex salina* (incl. var. *kattegatensis*) nicht von *Carex recta* Bott. unterschieden.

Das Hauptverbreitungsgebiet von *Carex salina* grenzt auf der Nordhalbkugel in der Regel an das südlicher

Tab. 23 : *Caricetum salinae*

Nr. der Aufnahme:	1	2	3	4	5
Größe d. Probefläche (m ²):	4	2	2	2	4
Vegetationsbedeckung (%):	90	90	75	70	80
Artenzahl:	4	4	4	4	3

Kennart d. Ass.:

Carex salina 5 5 5 4 5

Kennarten d. höh. Einheit.:

Plantago maritima 2 1 1 1 2

Glaux maritima 2 + + 1 .

Triglochin gaspense 1 . . . 1

Eleocharis halophila . + . . .

Triglochin maritima . . . + .

Nachweis der Vegetationsaufnahmen:

1	(16.6.1976)	Gaspé, Québec
2	(16.6.1976)	Gaspé, Québec
3	(21.8.1976)	Capucine, Québec
4	(21.8.1976)	Capucine, Québec
5	(22.8.1976)	Barachois, Québec

gelegene Areal von *Carex subspathacea* an. Das Material der bisher von Newfoundland bekannten Fundorte (Abb. 24, p. 37) sollte zu dem Zweck, eine klare Trennung zwischen beiden Seggen zu erreichen, eingehender untersucht werden.

Das *Caricetum salinae* hat wahrscheinlich eine boreal-zirkumpolare Verbreitung,

wie aus den Veröffentlichungen von OSTENFELD (1908) von den Faeroer, von KALELA (1939) von der Fischerhalbinsel und STEINDORSSON (1954, 1974) aus Island zu ersehen ist.

Im ostkanadischen Untersuchungsgebiet wurde die Assoziation nur selten und nur auf der Gaspé Peninsula gefunden (vergl. Abb. 113 und Tab. 22).

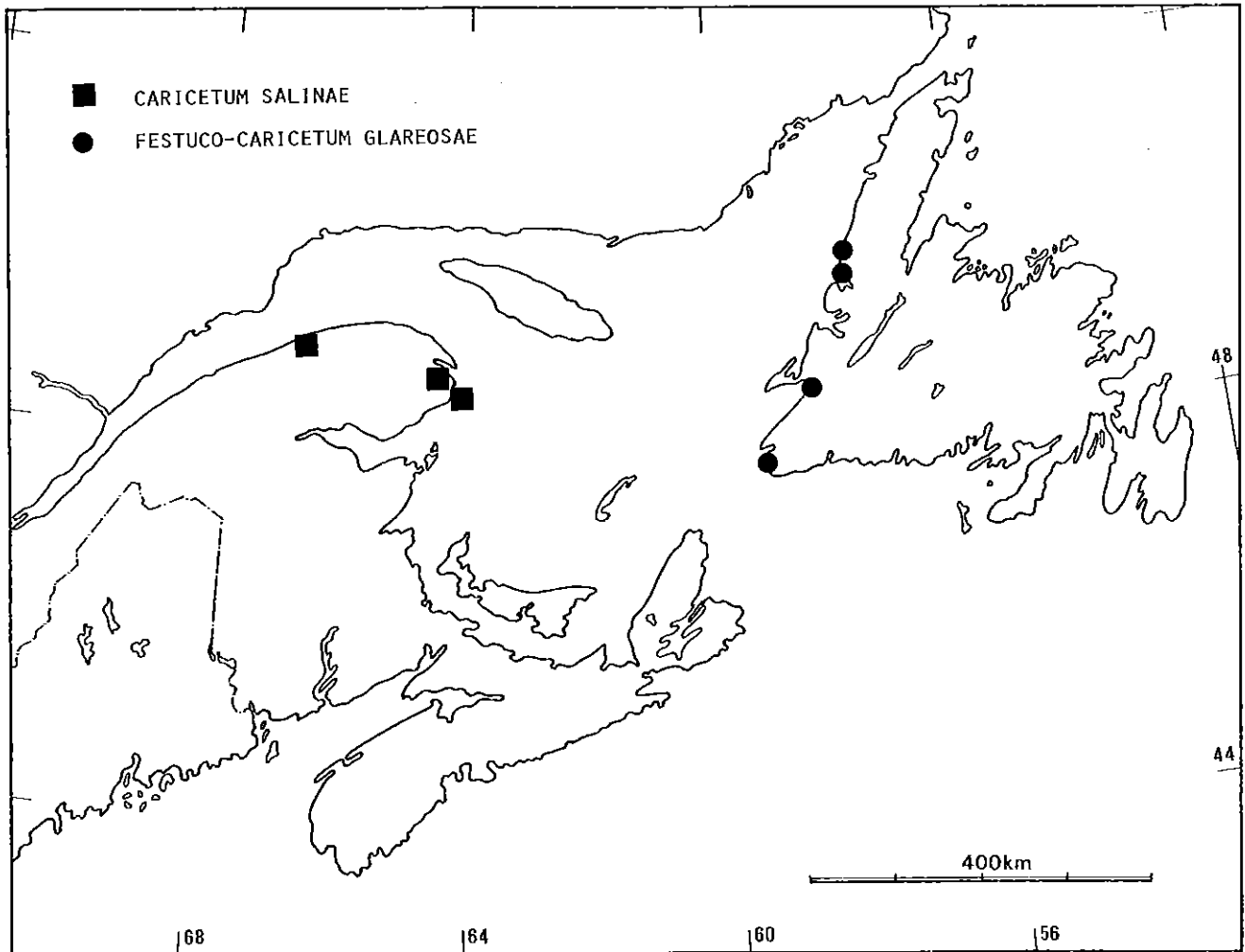


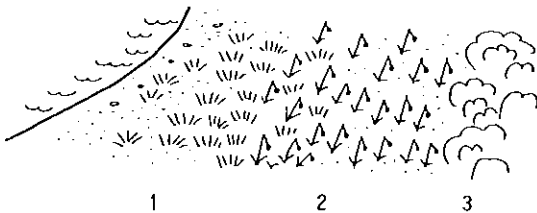
Abb. 113: Verbreitung des *Caricetum salinae* und des *Festuco - Caricetum glareosae*

21. *Caricetum paleaceae* Dahl
et Hadac 1941

Physiographie und Physiognomie

Das *Caricetum paleaceae* steht bevorzugt an windgeschützten, gut durchfeuchteten Standorten in größeren Buchten. Die Assoziation benötigt Brackwasser. An den Ufern von Süßwasserbächen kann sie dennoch weit in ausgedehnte Salzwiesen, sehr oft bis zur Bachmündung, vordringen und mit den Salzwiesen - Gesellschaften in engem Kontakt stehen. Seewärts sind dem *Caricetum paleaceae* verschiedene Gesellschaften vorgelagert, z.B. das *Puccinellietum pauperculae*, wie es in Abb. 114 skizziert ist.

Die *Carex paleacea* - Bestände können sehr große Flächen einnehmen; die einzelnen Horste der Segge werden etwa 50 bis 60 cm hoch.



- 1 = *Puccinellietum pauperculae*
2 = *Caricetum paleaceae*
3 = *Alnus rugosa*-Gebüsch

Abb.114: Vegetationszonierung bei Red Bay, Labrador (20.8.1975)

Synökologie

LIETH (1964) stellte einen geringen Salzgehalt (0,4 bis 0,8 %) im Bodenwasser von *Carex paleacea* - Beständen auf der Gaspè Peninsula fest.

Synsystematik und Synchronologie

Carex paleacea Wahl. ist in Europa wie in Amerika weit verbreitet. Wie LEPAGE (1976) festgestellt hat, bildet die Art in Ostkanada mit anderen Salzwiesen-Seggen verschiedene Hybriden.

Die erste, den Nomenklaturregeln entsprechende, Beschreibung eines *Caricetum paleaceae* lieferten 1941 DAHL und HADAC von Beständen aus dem Oslofjord.

In Nordeuropa kommt *Carex paleacea* in kleinen Beständen in der Küstenvegetation vor; sie wurde außer von den beiden genannten Autoren soziologisch auch von GILLNER (1960) und von SIIRA (1970) untersucht. SKOGEN (1972) erwähnt *Carex paleacea* vereinzelt von den Küsten des Trondheimfjordes aus dem *Juncoc-Festucetum rubrae*.

TÜXEN und HÖLBUSCH (1971) stellten einen kleineren Teil der Aufnahmen von DAHL und HADAC (1941) zu den Brackröhrichtern (*Bolboschoenetum maritimi*) und gaben ihnen einen neuen Assoziationsnamen: *Bolboschoeno - Caricetum paleaceae* (Dahl et Hadac 1941) TÜXEN 1969. Nach Meinung des Verfassers gehört jedoch der überwiegende Teil der Aufnahmen aus dem Oslofjord nicht in das *Bolboschoenetum maritimi* (vergl. TÜXEN und HÖLBUSCH 1971), sondern muß weiterhin der Salzwiesen - Assoziation *Caricetum paleaceae* Dahl et Hadac 1941 zugerechnet werden.

Ein von GILLNER (1960) aus SW-Schweden beschriebenes und mit einer Tabelle belegtes *Caricetum paleaceae* wurde von TÜXEN und HÖLBUSCH (1971) gleichfalls in *Bolboschoeno - Caricetum paleaceae* umbenannt.

Aus Ostkanada wurde die Assoziation - floristisch mit der aus Europa beschriebenen weitgehend identisch - zum ersten Mal von GRANDTNER (1966, 1967) mit einer Aufnahme von den Iles de la Madeleine belegt (vergl. auch GRANDTNER 1976, 1977). Wie auch bei den eigenen Aufnahmen aus Ostkanada ist die soziologische Zuordnung der Bestände von GRANDTNER zu den *Juncetum maritima* eindeutiger, als dies aus den etwas heterogenen Aufnahmen von DAHL und HADAC (1941) ersichtlich ist.

Das *Caricetum paleaceae* ist in der floristischen Zusammensetzung durch die dominierende Kennart *Carex paleacea* sowie - mit geringerer Stetigkeit - durch weitere, wenig stete Arten der Salzwiesen gekennzeichnet (Tab. 24).

Die Assoziation ist in Ostkanada ohne Schwerpunkt weit verbreitet (Abb. 115).

Tab. 24 : Caricetum paleaceae

Nummer d.Aufnahme:	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	
Größe d.Probefläche (m ²):	4	10	10	4	4	10	4	4	4	4	4	4	4	4	4	10	4	2	4	4	10	4	4	10	4	4	4	4	
Vegetationsbedeckung (%):	80	80	75	80	75	85	80	99	95	80	95	80	95	75	80	80	95	75	95	80	80	70	95	99	90	90	80	80	
Artenzahl:	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	3	2	4	4	3	2	3	4	2	2	2	2	2	3	3	3	4	
<u>Kennart d.Ass.:</u>																													
Carex paleacea	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	5	5	5	5	5	
<u>Kennarten d.höh.Einheit.:</u>																													
Triglochin maritima	.	.	.	.	.	.	.	+	1	1	2	2	1	+	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Ranunculus cymbalaria	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	1	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Eleocharis halophila	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	1	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Juncus gerardii	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2	+	1	1	.	.	.	.	.	.	.
Plantago maritima	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	+	.	.	.	.	.
<u>Begleiter:</u>																													
Spartina patens	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	1	.	.	.	.
Potentilla egedii	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	.	.	.	.	1	.	.	.
Festuca rubra	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	+	1	.	.
Agrostis stolonifera	+	1	.
Solidago sempervirens	+	.	+
Suaeda maritima	+	1
Atriplex spec.	1

Nachweis der Vegetationsaufnahmen:

1	(14.8.76)	Lorneville, Newbrunswick
2	(20.8.75)	Red Bay, Labrador
3	(22.8.75)	Pistolet Bay, Nfld.
4	(10.9.78)	Roberts Arm, Nfld.
5	(4.8.76)	Cloud River, Nfld.
6	(15.8.76)	Black Harbour, Newbrunswick
7	(9.9.78)	Baie Verte, Nfld.
8	(21.8.76)	St.Louis, Québec
9	(3.8.76)	Main Brook, Nfld.
10	(3.8.76)	Main Brook, Nfld.
11	(22.8.76)	Port Daniel, Québec
12	(12.8.76)	Lawrencetown Beach, Nova Scotia
13	(21.8.76)	Capucine, Québec
14	(3.8.76)	Main Brook, Nfld.
15	(3.8.76)	Main Brook, Nfld.
16	(21.8.75)	Forteau, Labrador
17	(26.8.76)	Fort Beausejour, Newbrunswick
18	(1.8.76)	Bonne Bay, Nfld.
19	(10.8.76)	Port Dufferin, Nova Scotia
20	(14.8.76)	Rossway, Nova Scotia
21	(17.8.75)	Hawk's Bay, Nfld.
22	(4.8.76)	Cloud River, Nfld.
23	(26.8.76)	Cabot Prov.Park, Prince Edward Island
24	(25.8.76)	Côte St.Anne, Newbrunswick
25	(10.8.76)	Port Dufferin, Nova Scotia
26	(22.8.76)	Pabos Mills, Québec
27	(12.8.76)	Lawrencetown Beach; Nova Scotia
28	(29.8.76)	Portage du Cap, Iles de la Madeleine

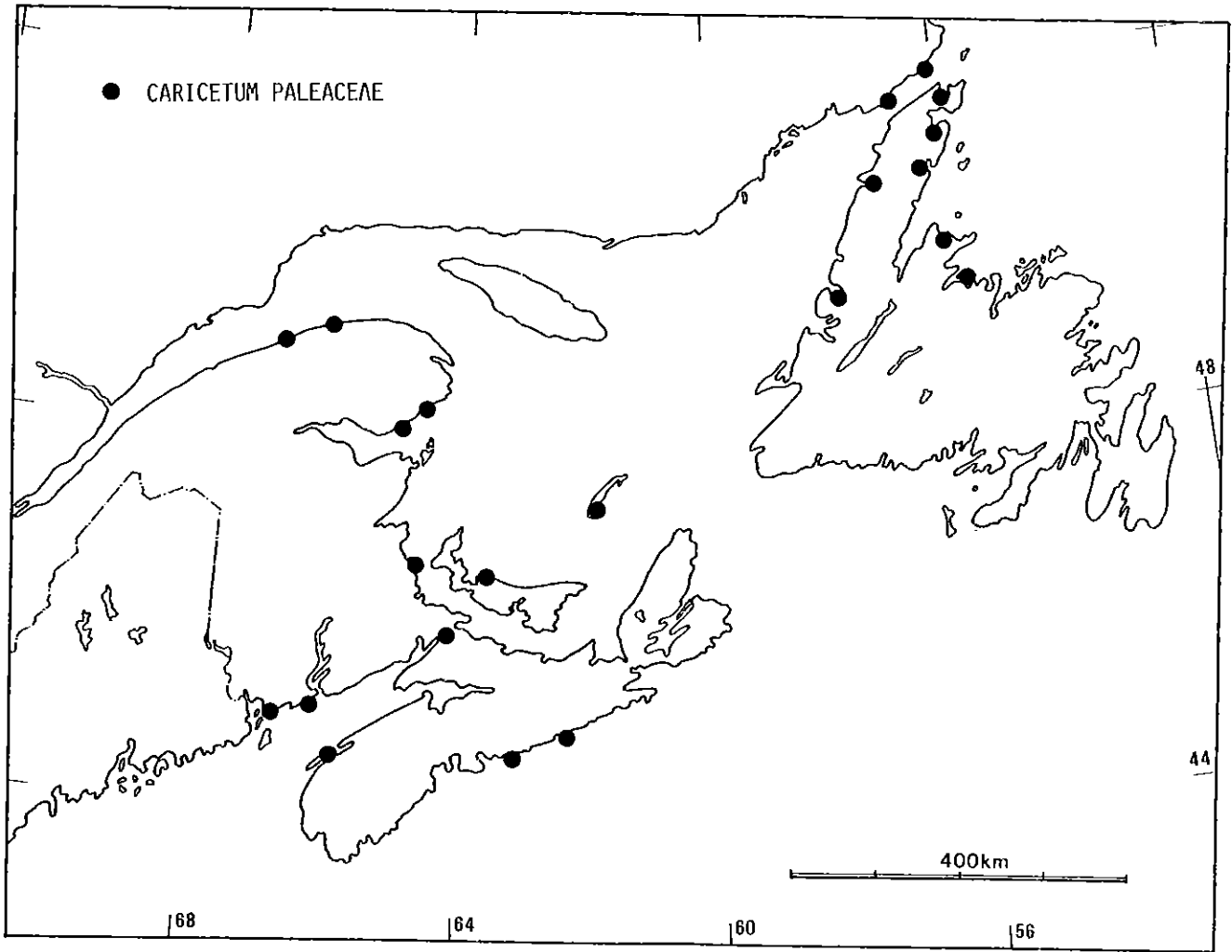


Abb. 115: Verbreitung des Caricetum paleaceae

22. *Festuco - Caricetum glareosae* Nordhagen 1954

Physiographie und Synökologie

Die Assoziation wächst nur sehr kleinflächig in ausgedehnten Salzwiesen und wird nicht mehr regelmäßig vom mittleren Hochwasser erreicht. Der Süßwassereinfluß ist daher beträchtlich (vgl. GILLNER 1955, VESTERGAARD 1972).

LIETH (1964) stellte bei seinen Messungen auf der Gaspé Peninsula im Bodenwasser von *Carex glareosa* - Beständen einen Salzgehalt von 1,0 bis 1,7 ‰ fest.

Für die Assoziation sehr charakteristisch ist die starke Durchwurzelung der von *Carex glareosa* besiedelten Böden; die oberen Bodenschichten lassen sich mit einem Messer in dünne Scheiben schneiden, ohne auseinander zu brechen.

Synsystematik und Synchorologie

In den Florenbeschreibungen der Nordhalbkugel herrscht Unklarheit über *Carex glareosa* Wahlenb.. Es sind verschiedene Synonyma oder verwandte Arten sowie Unterarten beschrieben worden wie z.B.:

- *C. glareosa* Wahlenb. ssp. *glareosa*
- *C. glareosa* Wahlenb. var. *amphigena* Fern.
- *C. amphigena* (Fern.) Mack.

- *C. marina* Dew.
- *C. bipartita* Bell.
- *C. bipartita* var. *amphigena* (Fern.) Pol.
- *C. bipartita* var. *glareosa* (Wahlenb.) Pol.

Die Assoziation wurde zuerst von NORDHAGEN (1954) aus N-Norwegen beschrieben, später wurde sie auch von GILLNER (1955) und von THANNHEISER (1974) aus der Finnmark erwähnt. Von der Kola-Halbinsel beschrieb REGEL (1923) einen Pflanzenbestand unter dem Namen *Caricetum glareosae*. Seine Artenliste hat jedoch nur geringe Ähnlichkeit mit der Assoziation von NORDHAGEN (1954). Auch von Grönland wurden von DE MOLENAAR (1974) Bestände mit *Carex glareosa* erwähnt und mit Aufnahmen unter dem Namen *Caricetum glareosae* belegt, die von den nordborealen Beständen abweichen. Um seine Einheit von der von NORDHAGEN beschrieben abzugrenzen, benannte er dessen *Festuco - Caricetum glareosae* in *Agrostio - Caricetum glareosae* um. Dieser Vorschlag wurde von KRISTIANSEN (1977) bei der von ihm vorgelegten Gesellschaftsübersicht des bislang bekannten Aufnahmematerials aufgegriffen.

Die im ostkanadischen Untersuchungsgebiet gewonnenen sechs Aufnahmen (Tab. 25) gehören eindeutig zu der von NORDHAGEN beschriebenen nordborealen Assoziation. Aus Prioritätsgründen soll hier auch der von ihm geprägte Name *Festuco - Caricetum*

Tab. 25 : *Festuco - Caricetum glareosae*

Nr. der Aufnahme:	1	2	3	4	5	6
Größe d. Probefläche (m ²):	1	10	2	1	1	1
Vegetationsbedeckung (%):	40	70	100	95	95	95
Artenzahl:	4	3	3	4	4	5
<u>Kennarten d.Ass.:</u>						
<i>Carex glareosa</i>	3	5	5	5	5	5
<u>Kennarten d.höh.Einheit.:</u>						
<i>Plantago maritima</i>	1	.	1	2	2	2
<i>Triglochin gaspense</i>	r	1	.	.	.	.
<i>Scirpus rufus</i>	.	.	.	.	1	1
<u>Begleiter:</u>						
<i>Agrostis stolonifera</i>	+	+	+	+	1	1
<i>Salicornia europaea</i>	.	.	.	+	.	.
<i>Potentilla egedei</i>	.	.	.	.	.	+

Nachweis der Vegetationsaufnahmen:

- 1 (13.8.1975) Gros Morne National Park, Nfld.
- 2 (7.8.1976) Stephenville Crossing, Nfld.
- 3 (5.9.1976) Searston, Nfld.
- 4 (5.9.1976) Searston, Nfld.
- 5 (1.8.1976) St.Paul, Nfld.
- 6 (1.8.1976) St.Paul, Nfld.

g l a r e o s a e beibehalten werden. Da dieser Name somit nomenklatorisch korrekt vergeben ist, muß für die arktisch verbreitete Assoziation von DE MOLENAAR ein neuer Name geprägt werden.

Das *Festuco - Caricetum glareosa e* sensu NORDHAGEN wird provisorisch in den Verband *Armerion maritima e* Br.-Bl. et De Leeuw 1936 gestellt.

Es ist aufgrund der bisher bekannten Vorkommen dieser Assoziation wohl anzunehmen, daß sie in der borealen Zone zumindest von Amerika und Europa nicht so selten ist.

Im ostkanadischen Untersuchungsgebiet wurde sie allerdings bislang erst an drei Stellen an der Westküste Neufundlands nachgewiesen (vergl. Abb. 113, p. 123).

23. *Scirpetum americanum*
Dansereau 1959

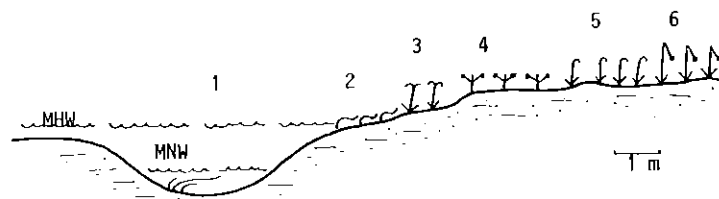
Die offene, artenarme Gesellschaft besitzt im Durchschnitt eine Deckung von 60 - 70 % und zeigt über große Strecken hinweg eine gleichmäßige Ausbildung.

Physiographie und Phytognomie

Das *Scirpetum americanum* bildet nach den eigenen Beobachtungen im ostkanadischen Untersuchungsgebiet den oberen Grenzsäum der Salzwiesen (Abb. 116).

Synökologie

Die dünnen, dreikantigen Stengel der Binse dienen im Gebiet des St. Lawrence River den Schneegänsen als Futter (DANSEREAU 1959), doch ist der trockene ober-



- 1 = *Ruppium maritimum*
2 = *Ranunculum cymbalariae*
3 = *Triglochin maritimum*
4 = *Scirpetum americanum*
5 = *Juncetum gerardii*
6 = *Caricetum paleaceae*

Abb. 116 : Schematische Darstellung der Vegetationsverteilung in den Seemarschen bei Mont Louis, Québec (21.8.76)

irdische Anteil der Biomasse relativ gering, wie die Untersuchungen von BOYD (1970) in South Carolina zeigen (150 gr/m^2).
CHAPMAN (1976) gibt den Salzgehalt im Bodenwasser von *Scirpus americanus* mit 0,0 bis 2,8 % an.

Als typisch für die Assoziation muß erwähnt werden, daß die Zersetzung abgestorbener Pflanzenteile im Boden nur sehr langsam einsetzt. Durch die so gut befestigte, zähe Torfschicht aus lebenden und toten Wurzeln kann das episodisch bei Sturmfluten überspü-

Tab. 26 : *Scirpetum americanum*

Nummer d. Aufnahme:	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Größe d. Probestfläche (m ²):	4	4	4	10	4	4	4	4	4	1	4	4	10	4	4
Vegetationsbedeckung (%):	50	60	60	60	60	80	75	75	80	60	80	80	60	80	60
Artenzahl:	1	1	1	1	1	1	1	1	2	3	4	4	3	3	3
<u>Kennart d. Ass.:</u>															
<i>Scirpus americanus</i>	4	4	4	4	4	5	5	5	5	4	5	5	4	5	4
<u>Kennarten d. höh. Einheit.:</u>															
<i>Plantago maritima</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	2	+	2	.	.	.	.
<i>Triglochin maritimum</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	+	+	.	.
<i>Eleocharis halophila</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2	2	+	.	.
<u>Begleiter:</u>															
<i>Agrostis stolonifera</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	.	+	+
<i>Potentilla egedii</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	1

Nachweis der Vegetationsaufnahmen:

- 1 (10.8.76) Porters Lake Prov. Park, Nova Scotia
2 (10.8.76) Porters Lake Prov. Park, Nova Scotia
3 (15.8.76) Black Harbour, New Brunswick
4 (19.8.76) St. Vallier, Québec
5 (27.8.76) Rustico Bay, Prince Edward Island
6 (27.8.76) Canovoy, Prince Edward Island
7 (31.8.76) Cap N-Est, Iles de la Madeleine
8 (29.8.76) Havre Aubert, Iles de la Madeleine
9 (27.8.75) Stephenville Crossing, Newfoundland
10 (20.8.76) L'Ans au Portage, Québec
11 (28.8.75) Lethbridge, Newfoundland
12 (19.8.76) Rivière du Loup, Québec
13 (14.8.76) Rossway, Nova Scotia
14 (21.8.76) Mt. Louis, Québec
15 (27.8.76) Canovoy, Prince Edward Island

lende Meereswasser nur schwer eindringen. Die Wurzelzone wird dagegen durch das ständig von höher liegenden Partien herabsickernde Süßwasser wesentlich stärker beeinflusst.

Synsystematik und Synchronologie

Das *Scirpetum americanum* besiedelt den Grenzbereich zwischen den Salzwiesen und der Süßwasservegetation, ist aber aufgrund der floristischen Zusammensetzung synsystematisch noch eindeutig zu den Salzwiesen zu rechnen (Tab. 26).

Bis zur endgültigen Bearbeitung der höheren Einheiten wird die Assoziation in das *Armerion maritima* e Br.-Bl. et de Leeuw 1936 gestellt.

Vom oberen Lauf des St. Lawrence River wurde von DANSEAU (1959), BLOUIN et GRANDTNER (1971), LACOURSIERE et GRANDTNER (1972) und DOYON (1975) Tabellenmaterial von *Scirpus americanus* - Beständen vorgelegt, das teilweise von inhomogenen Flächen stammt, aber doch zu den Salzwiesen gerechnet werden muß. Die Aufnahmen stammen allerdings aus engumgrenzten Gebieten und sollten schon aus diesem Grund für einen so großen Raum wie Ostkanada nicht als allein repräsentativ bewertet werden.

Das Hauptareal des *Scirpetum americanum* liegt in den Küstenregionen der nordöstlichen USA. Im ostkanadischen Untersuchungsgebiet erreicht die Assoziation ihre Nordgrenze (Abb. 117).

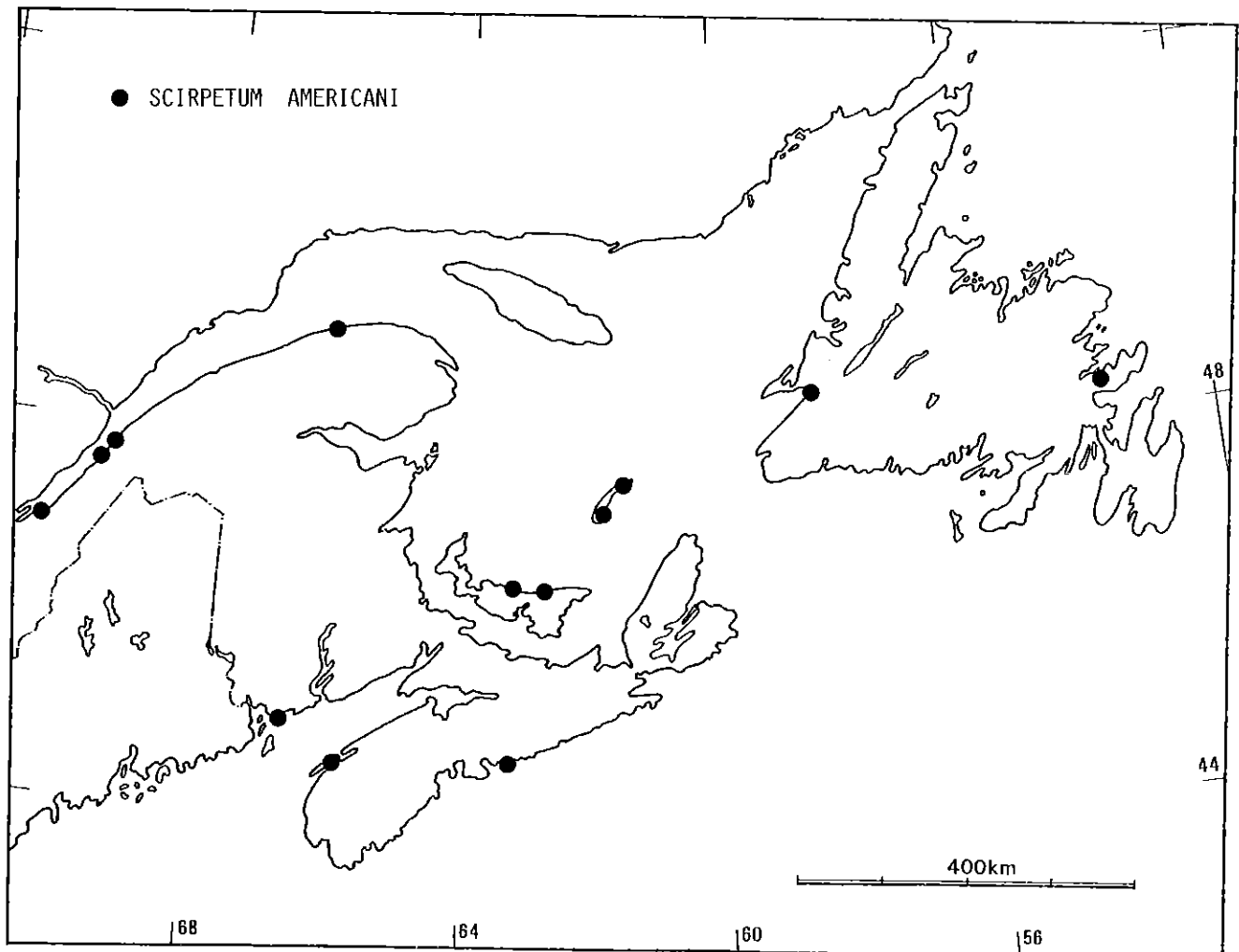


Abb. 117: Verbreitung des *Scirpetum americanum*

24. *Scirpetum rufi* (Du Rietz 1925)
Gillner 1960

Physiographie und Physiognomie

Bestände von *Scirpus rufus* (Huds.) Schrad. var. *neogaeus* Fern. sind nur in ausgedehnten Salzwiesen anzutreffen. Sie nehmen den Bereich um die Springtidenhochwasser-Linie ein.

Die Bestände erreichen selten eine Größe von 100 m². Sie können sowohl in feuchten bis nassen Dellen mit schlecht durchlüfteten Böden als auch auf trockeneren Standorten vorkommen (Abb. 118).

Physiognomisch setzt sich die Binse durch ihre braunen Ähren gut von den umgebenden grünen Salzwiesen - Gesellschaften ab.

Synökologie

Der geringe Salzgehalt (0,8 - 1,0 %, gemessen bei St. Paul und Stephenville Crossing, Newfoundland) deutet auf eine Aussüßung der Standorte hin. Ähnliche ökologische Beobachtungen wurden von IVERSEN (1953), GILLNER (1960) und FUKAREK (1961) publiziert.

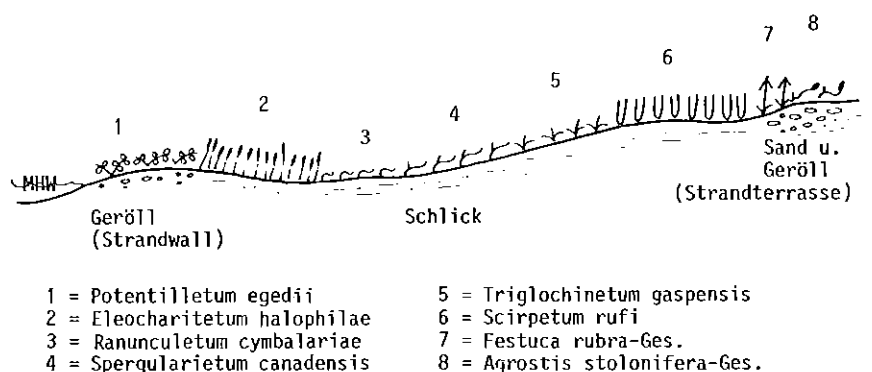


Abb. 118: Schematische Darstellung der Strandvegetation am Pearson Pond, Newfoundland (16.8.1975)

Synsystematik und Synchorologie

Scirpus (Blysmus) rufus ist auf der Nordhalbkugel weit verbreitet (vergl. HULTEN 1968).

Das *Scirpetum rufi* wurde für Europa von mehreren Autoren (DU RIETZ 1925, ALMQVIST 1929, NORDHAGEN 1954) erwähnt und mit Tabellen belegt.

Im nördlichen Europa nimmt die Assoziation allerdings oft nur kleine Flächen ein, daher wohl wurde sie von den meisten Autoren nur als Subassoziation der angrenzenden Gesellschaften aufgefaßt. Als eigene Assoziation wurde das *Scirpetum rufi* dann erstmals von GILLNER (1960) beschrieben. Sie wird dem Verband *Armerion maritima* e Br.-Bl. et De Leeuw 1936 zugeordnet (vergl. GILLNER 1960) und in die *Glaucopuccinellietalia* Beefink et Westhoff 1962 gestellt.

Zwischen den europäischen und ostkanadischen Be-

ständen mit *Scirpus rufus* besteht eine so große floristische Übereinstimmung, daß die europäische Assoziation auch für den untersuchten ostkanadischen Raum Gültigkeit hat.

Die im Untersuchungsgebiet gewonnenen Aufnahmen wurden in Tabelle 27 zusammengefaßt. Dabei lassen sich zwei Subassoziationen klar unterscheiden: Die Subassoziation von *Ranunculus cymbalaria* subass. nov. zeigt stets eine offene Vegetationsdecke und besiedelt blauschwarzen Schlick mit 1 - 2 cm hoch stehendem, brackigem Wasser. Die Subassoziation von *Plantago maritima* subass. nov. zeigt eine dichtere Vegetationsdecke und ist auf erhöhten, trockeneren Standorten anzutreffen.

In der Sigmassoziation der Salzwiesen von Stephenville Crossing und St. Paul (Newfoundland) erreicht das *Scirpetum rufi* in der Regel Dekkungswerte von 1 bis 2, seltener von 3 (vergl. Tab. 3, p. 63).

Tab. 27 : *Scirpetum rufi*

1 = Subassoziation von *Ranunculus cymbalaria*
 2 = Subassoziation von *Plantago maritima*
 a = Typische Variante
 b = Variante von *Festuca rubra*

	1								2 a			2 b					
Nummer d. Aufnahme:	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Größe d. Probefläche (m ²):	10	4	1	10	1	1	4	4	2	2	4	4	4	4	10	4	10
Vegetationsbedeckung (%):	50	60	50	60	60	75	75	75	90	90	99	70	99	99	99	80	80
Artenzahl:	1	2	3	3	3	4	4	5	3	3	3	4	4	5	5	3	3
<u>Kennart d. Ass.:</u>																	
<i>Scirpus rufus</i>	3	4	4	4	4	5	5	5	5	5	5	4	5	5	5	5	5
<u>Trennarten d. Subass.:</u>																	
<i>Ranunculus cymbalaria</i>	.	+	1	1	1	+	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Plantago maritima</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	+	1	+	+	+	+	1	1	2
<u>Trennarten d. Variante:</u>																	
<i>Festuca rubra</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	1	+	+
<i>Potentilla egedii</i> v. <i>groen.</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	+	1	.
<u>Kennarten d. höh. Einheit.:</u>																	
<i>Triglochin maritima</i>	.	.	.	1	.	+	+	r	+	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Carex paleacea</i>	.	.	.	.	1	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Carex mackenziei</i>	.	.	.	.	.	1	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Glaux maritima</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.
<u>Begleiter:</u>																	
<i>Agrostis stolonifera</i>	.	.	+	.	.	+	.	+	.	.	+	1	1	1	.	.	.

Nachweis der Vegetationsaufnahmen:

1	(22.8.75)	Pistolet Bay, Newfoundland
2	(12.9.78)	Whitles Bay, Nfld.
3	(31.8.76)	Ile de la Grande Entrée, Iles de la Madeleine
4	(24.8.75)	Savage Cove, Nfld.
5	(31.8.76)	Ile de la Grande Entrée, Iles de la Madeleine
6	(29.8.76)	Havre Aubert, Iles de la Madeleine
7	(5.8.76)	Pistolet Bay, Nfld.
8	(2.8.76)	St. Paul, Nfld.
9	(22.8.76)	Barachois, Québec
10	(7.8.76)	Stephenville Crossing, Nfld.
11	(2.8.76)	St. Paul, Nfld.
12	(17.6.76)	Cap l'Est, Iles de la Madeleine
13	(2.8.76)	St. Paul, Nfld.
14	(2.8.76)	St. Paul, Nfld.
15	(16.8.75)	Pearson Pond, Nfld.
16	(2.8.76)	St. Paul, Nfld.
17	(14.8.75)	St. Paul, Nfld.

Das *Scirpetum rufi* ist in Ostkanada offenbar nicht sehr verbreitet. Die Fundpunkte an den Küsten des Gulf of St. Lawrence und von N-

und E-Newfoundland (Abb. 119) deuten auf eine insgesamt mehr nordboreale Verbreitung der Assoziation.

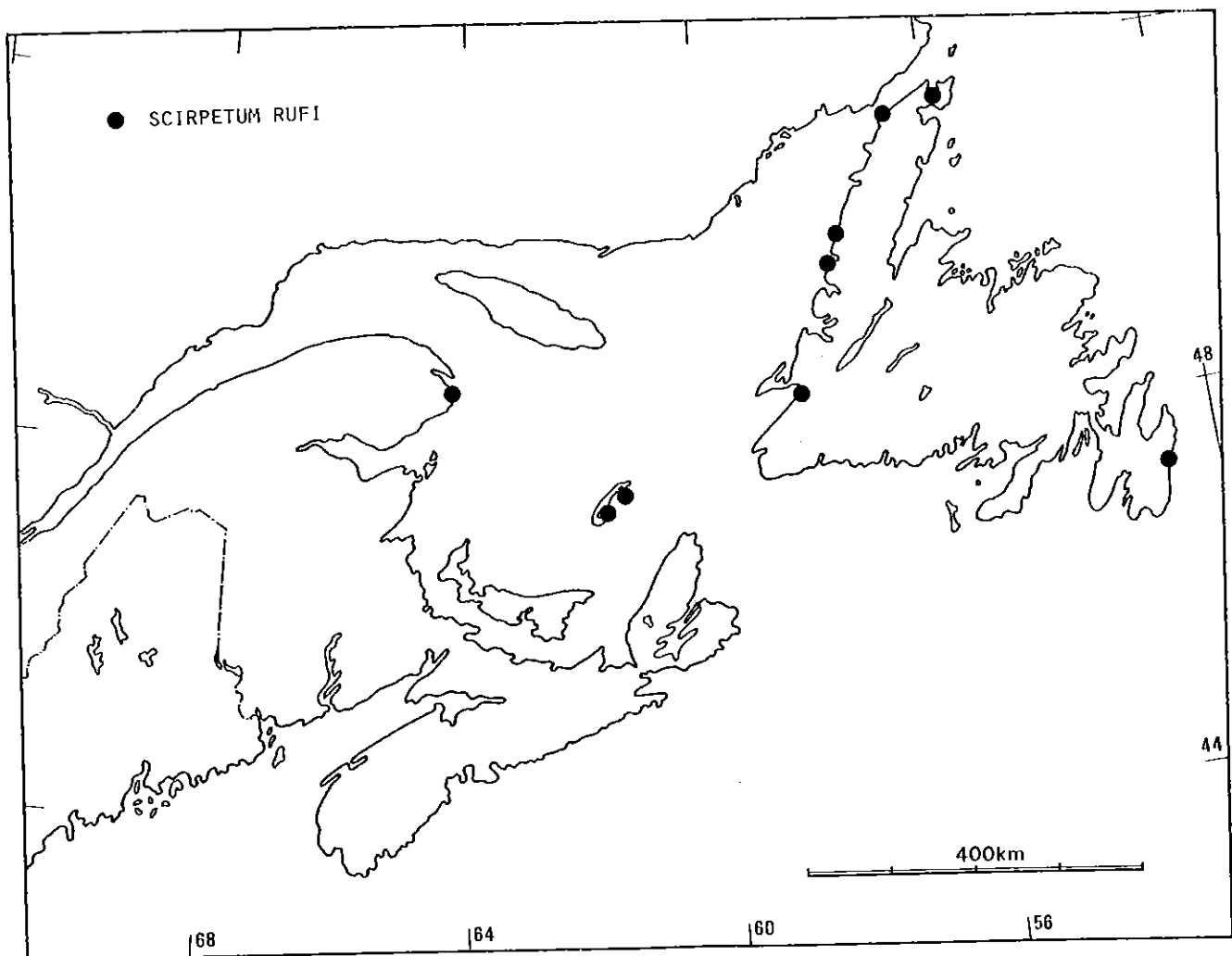


Abb. 119: Verbreitung des *Scirpetum rufi*

25. *Juncetum gerardii* (Warming
1906) Nordhagen 1923

Physiographie und Physiognomie

Die Assoziation wächst auf feuchtem, salzigem oder brackischem Boden, wobei gelegentliche Überflutungen oder hoch anstehendes Grundwasser die besten Voraussetzungen bieten. *Juncus gerardii* - Bestände siedeln daher bevorzugt im oberen Drittel der großen Salzwiesen, wo sie nur bei Springtidenhochwasser oder extremen Sturmfluten während der Sommermonate vom Seewasser erreicht werden.

Das *Juncetum gerardii* ist eine ziemlich heterogene Assoziation mit einer weiten ökologischen Amplitude. Einmal hat die Assoziation eine weite geographische Verbreitung, zum zweiten wächst sie - im Gegensatz zu den echten Salzwiesen-Gesellschaften - auf Standorten mit ausgeprägtem Mikrorelief, welches wiederum infolge unterschiedlichen Nährstoff- und Wasserangebotes eine leichte Änderung der Artenzusammensetzung innerhalb der Assoziation bedingt.

Das *Juncetum gerardii* nimmt im Kontakt zu hochwüchsigen *Limonio - Spartinion patentis* - Gesellschaften ein schmales Band an der SPHW-Linie ein (Abb. 120). An diesen Standorten scheint die Assoziation außerordentlich konkurrenzstark zu sein und sich allmählich auszubreiten.

Die mittlere Artenzahl im *Juncetum gerardii* beträgt 4, die Deckung schwankt zwischen 80 und 100 %. Neben der dominierenden Assoziations - Kennart treten wenige andere Arten mit höherer Stetigkeit auf, nur *Plantago maritima* und

Glauca maritima erreichen höhere Werte, allerdings mit geringerer Deckung. Da die typischen Vertreter der Gesellschaft dicht wachsen und einjährige Pflanzen kaum vorkommen, bleibt der Vegetationsschluß für längere Zeit mehr oder weniger konstant. Im Spätsommer können - ähnlich wie beim *Spartinetum patentis* - niedergedrückte Halme, 'Windellen', beobachtet werden.

Juncus gerardii besitzt tiefgehende Wurzeln; das mehrere Zentimeter unter der Oberfläche wachsende Rhizom schiebt lange, dünne Saugwurzeln bis in eine Tiefe von 60 cm vor. Angaben über diese Wurzeltiefe gehen in der Literatur allerdings weit auseinander: STEINER (1934) gibt für die Art aus den nordöstlichen USA Tiefen von 90 bis 100 cm an. In Europa wurden von IVERSEN (1936) Wurzeltiefen von 80 cm gemessen, SCHMEISKY (1974) gibt eine Tiefe von 50 cm an, und FUKAREK (1961) bezeichnet *Juncus gerardii* als flachwurzelnd.

Das *Juncetum gerardii* ist in Ostkanada durch Beweidung beeinträchtigt. Es ist festzustellen, daß unbeweidete *Juncus gerardii* - Bestände ein abweichendes Aussehen haben, obschon die floristische Zusammensetzung keine wesentliche Änderung erfährt. Beobachtungen über einen längeren Zeitraum hinweg stehen im ostkanadischen Küstengebiet noch aus.

Syndynamik und Snyökologie

Das *Juncetum gerardii* ist in europäischen Salzwiesen die beherrschende Gesellschaft, nicht jedoch in Ostkanada. FUKAREK (1969) und SCHMEISKY (1974) schreiben, daß das *Juncetum gerardii* an der Ostsee zum größten Teil eine anthropogene Phytozönose sei. Zahlreiche Untersuchun-

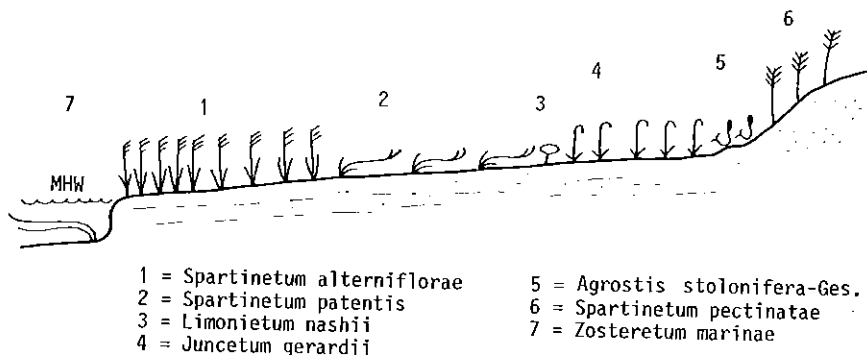


Abb. 120: Schematische Darstellung der Strandvegetation im Cabot Provincial Park, Prince Edward Island (26.8.1976)

gen in Nordeuropa zeigen jedoch, daß das *Juncetum gerardii* auch ohne Weideeinflüsse durchaus vorhanden ist (JESCHKE 1968, GRAVESEN & VESTERGÅRD 1969).

Wie in Europa wird die Assoziation zwar auch in Kanada durch Beweidung indirekt gefördert, doch ist als sicher anzunehmen, daß auch nach Aussetzung dieser Einflüsse sich die *Juncus gerardii* - Bestände nur langsam verändern.

Die in Ostkanada untersuchten Probestellen zeigten alle einen mehr oder weniger ausgeprägten Beweidungseinfluß. Eine Heunutzung der *Juncus gerardii* - Wiesen erfolgt zur Zeit nicht mehr.

An die Korngrößenverteilung im Boden stellt die Assoziation keine besonderen Ansprüche und zeigt daher auf Sand oder Schluff keine unterschiedlichen floristische Ausprägungen.

Leicht stagnierendes Brackwasser in kaum wahrnehmbaren Vertiefungen ruft infolge sedimentierender Sinkstoffe eine Bodenverdichtung hervor. An diesen Stellen lockert sich die Vegetationsdecke auf, in die offenen Bereiche dringt *Plantago maritima* ein.

In kleinen Senken, wo sich organische Stoffe anreichern, dominieren *Puccinellia americana*, *Triglochin gaspense* und *Ranunculus cymbalaria*.

Juncus gerardii erträgt Salz sowohl durch das Bodenwasser als auch durch Gischt in ziemlich beträchtlicher Konzentration. LIETH stellte 1964 auf der Gaspé Peninsula Salzgehalte zwischen 1,6 und 2,3 % fest. Bei eigenen Messungen auf N-Newfoundland wurden Salzgehalte von 0,8 bis 1,1 % ermittelt.

Die Gesellschaft baut ein typisches Bodenprofil auf: Der oberste tonige bis feinsandige Humushorizont kann fest oder auch leicht schlammig ausfallen. Einige Zentimeter tiefer findet man grauen Feinsand mit vereinzelt, schwachen Rostflecken, der von dicken, gelben *Juncus gerardii* - Wurzeln reichlich durchzogen ist. In 40 cm Tiefe trifft man auf deutlich geschichtete Sande mit zahlreichen, undeutlich begrenzten, schmutzigenbraunen Eisenhydroxyd-Flecken.

Synsystematik und Synchronologie

In Mitteleuropa wird das *Juncetum gerardii* oft als die Charaktergesellschaft der Salzwiesen bezeichnet. Als Erstbeschreiber der Assoziation wird im allgemeinen WARMING (1906) genannt, doch stammt die erste nomenklatorisch korrekte Beschreibung von NORDHAGEN (1923).

Die Gesellschaft wurde später von mehreren Autoren unter verschiedenen Namen erwähnt (u.a. CHRISTIANSEN 1927, 1934; IVERSEN 1936; GILLNER 1960; TOXEN 1937, 1973), doch hat der von NORDHAGEN geprägte Name die Priorität.

Die ostkanadischen Aufnahmen der Assoziation wurden in Tabelle 28 zusammengefaßt. Es lassen sich zwei Subassoziationen unterscheiden: Die Heterogenität der Typischen Subassoziation subass. nov. ist recht groß, die Artenzahl pro Aufnahme schwankt zwischen 3 und 6. Die Subassoziation von *Agrostis stolonifera* subass. nov. (3 - 5 Arten) bildet den trockeneren Flügel der Assoziation und verzahnt sich in einer Variante mit dem *Potentilletum eggerdii* und der *Festuca rubra* - Gesellschaft. Die feuchteren Ausbildungen der Assoziation kommen im ostkanadischen Untersuchungsgebiet nicht vor.

GRANDTNER (1976, 1977) publizierte eine Gesellschaftsanalyse eines *Juncetum gerardii* aus dem Parc National Forillon (Gaspé Peninsula), das sich aufgrund seiner floristischen Übereinstimmung eindeutig der europäischen Assoziation angliedern läßt (vergl. auch GRANDTNER 1975).

Die Assoziation ist im Untersuchungsgebiet weit verbreitet, dünnt jedoch nach Norden zu merklich aus (Abb. 121). Auch in Nordeuropa kann beobachtet werden, daß *Juncus gerardii* - Gesellschaften aus klimatischen Gründen nach Norden zu seltener werden.

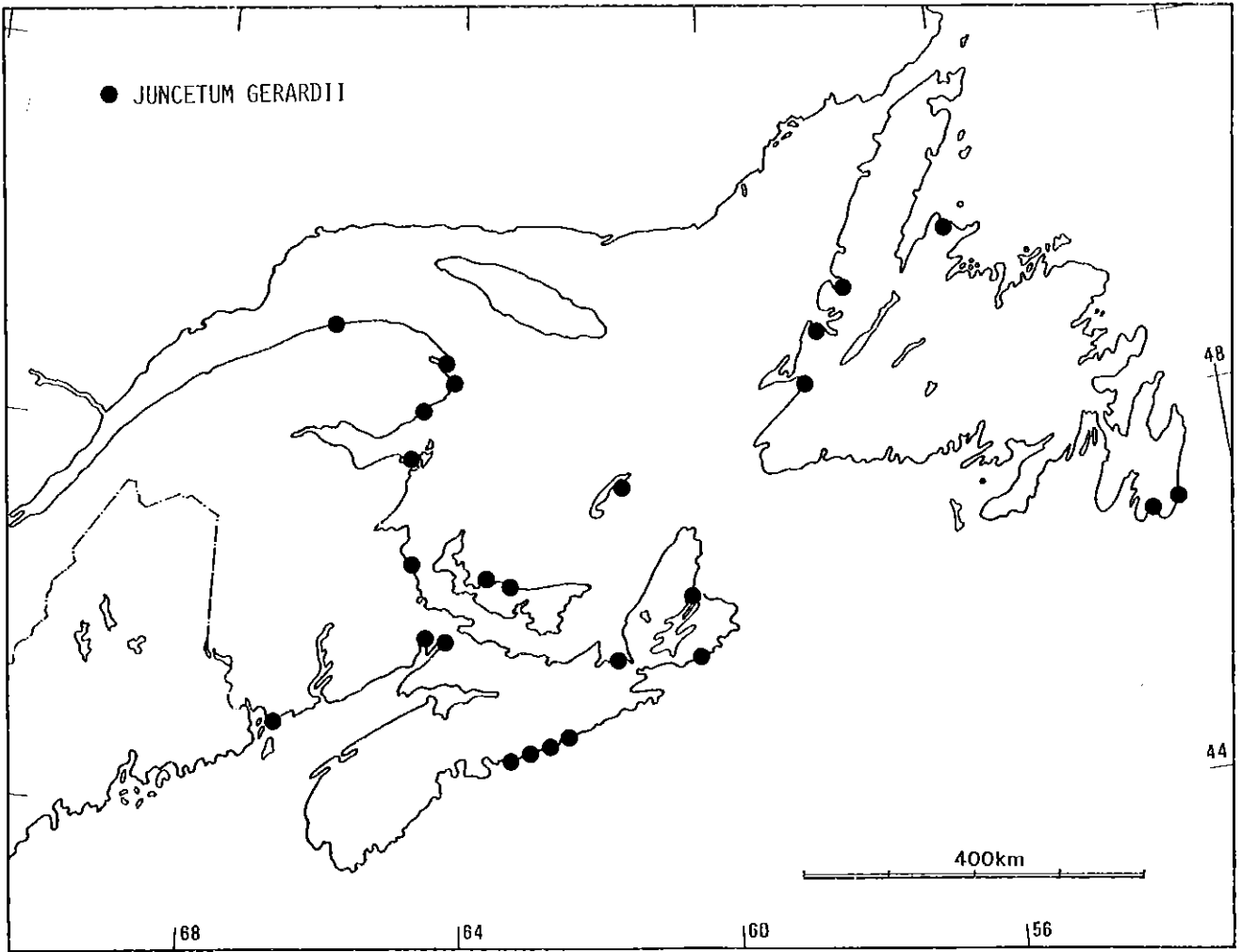


Abb. 121: Verbreitung des *Juncetum gerardii*

E. DIE VEGETATION DER KÜSTENDÜNEN

I. Allgemeine Betrachtung

1. Physiographie

Die Dünen sind die landschaftlich auffallendsten Formen der Küste, die ständig durch den Wind aufgebaut, umgestaltet und wieder abgebaut werden.

Ostkanada ist von seiner naturgeographischen Ausstattung her nicht sehr geeignet, Küstendünen zu entwickeln. Durch glaziale Überformung und durch Heraushebung der Strandterrassen übersteilte Küstenformen verhindern im allgemeinen eine Sedimentanhäufung, die die Voraussetzung für eine Dünenbildung ist. An den weit verbreiteten, aus Moränenmaterial aufgebauten Kliffküsten kann das Meer nur schmale Streifen von Kies- und Geröllstränden mit geringen Sandablagerungen ausbilden, auf denen eventuell Fragmente einer Dünenvegetation gedeihen können.

Flachlandküsten mit großflächigen Küstendünen sind nur an wenigen Stellen auf Newfoundland, in Labrador, Nova Scotia und auf der Gaspé Peninsula anzutreffen (vergl. Abb. 2, p. 19, und Abb. 5, p. 22). Küsten mit sehr hohen Dünenwällen sind dank der Nehrungen auf Prince Edward Island, auf E-Newbrunswick und auf den Iles de la Madeleine sehr verbreitet.

Das Entstehen der Küstendünen hängt stark von den Meeresströmungen und den Windverhältnissen ab, auch die petrographische Zusammensetzung des Untergrundes spielt eine Rolle.

Der Dünen sand in Ostkanada kommt ausschließlich aus dem Meer und kann verschiedener Herkunft sein:

- Sedimentausschüttung der Flüsse in das Meer
- Aufarbeitung der glaziofluviatilen Ablagerungen im Bereich des Schelfmeeres
- Ergebnis der Abrasionstätigkeiten des Meeres im Bereich der Küste an karbonischen und triassischen Sandsteinen.

Die Meeresströmungen driften den silikathaltigen Quarzsand in Küstennähe zu Platen auf, die bei jeder Ebbe trockenfallen, so daß der Wind die obersten, abgetrockneten Schichten wegblasen kann. In unstillen Fahnen wird der Sand - nach Korngröße sortiert - über die weiten Vorstrandebenen befördert und schon bei dem geringsten Hindernis (Muschel oder Pflanze) abgelagert. In Trockenperioden und bei ständig strandparalleler Windrichtung können sich auf dem Vorstrand

Barchane bilden, d.h. vegetationslose Sicheldünen.

Dünenlandschaften können eine beträchtliche Ausdehnung erreichen, verändern sich aber auch innerhalb weniger Jahre sehr stark und können im Extremfall sogar wieder verschwinden. Im Normalfall verlagert sich die Hauptdüne langsam landeinwärts; häufig verbreitert sich der Sandstrand von seiten des Meeres her durch neue Sandablagerungen, das Land wächst in das Meer hinaus.

2. Physiognomie

Physiognomisch sind die Küstendünen in vier Abschnitte zu untergliedern (Abb. 122), in die

- Zone des flach überspülten, spärlich bewachsenen Vorstrandes mit Embryonaldünen hzw. *Mertensia* - und *Honckenya* - Zone
- Zone der Vordünen aus Kies und grobem Sandmaterial, die vom 'Elymetum' bewachsen werden
- Zone der hoch aufgewehten und bewegten Hauptdünenketten, die vom 'Ammophilietum' besiedelt sind
- Zone von festgelegten, niedrigen Flugsanddecken, die von Zwergstrauchheiden eingenommen werden.

Vertreter der feinsandigen Küstendünen - Vegetation kommen auch auf Kies- und Geröllstränden vor; und selbst zwischen großen Steinblöcken an Stellen, wo sich Feinmaterial angesammelt hat, gedeihen als isolierte Vorkommen die Hemikryptophyten *Mertensia* und *Honckenya* (Abb. 160 im Anhang).

Die Vegetation der Kies- und Geröllstrände ist aufgrund der besonderen edaphischen Bedingungen mehr oder weniger locker. Die weit auseinander wachsenden Polsterpflanzen sind in der Regel zwei- oder mehrjährig und überleben sowohl Sturmfluten als auch Eisgang als Rhizom oder Rosette.

Die seewärts geneigten Kieswälle und Grobsanddünen werden bevorzugt von *Elymus* eingenommen. Auf dem groben Substrat in Strandnähe entwickelt das fast mannshohe Gras die größte Wuchsdichte. Der kräftig gebaute Stengel von *Elymus* mit den hellgrünen, scharfrandigen Blättern vermag stärksten Winden standzuhalten. Mit zunehmender Entfernung vom Meer lassen Wuchskraft und Dichte der *Elymus* - Gürtel nach, und die Degenerationsausbildung des 'Elymetum' stellt sich ein.

Strandnahe, feinsandige, 1 - 3 m hohe Vordünen können ebenfalls vom 'Elymetum' besiedelt werden.

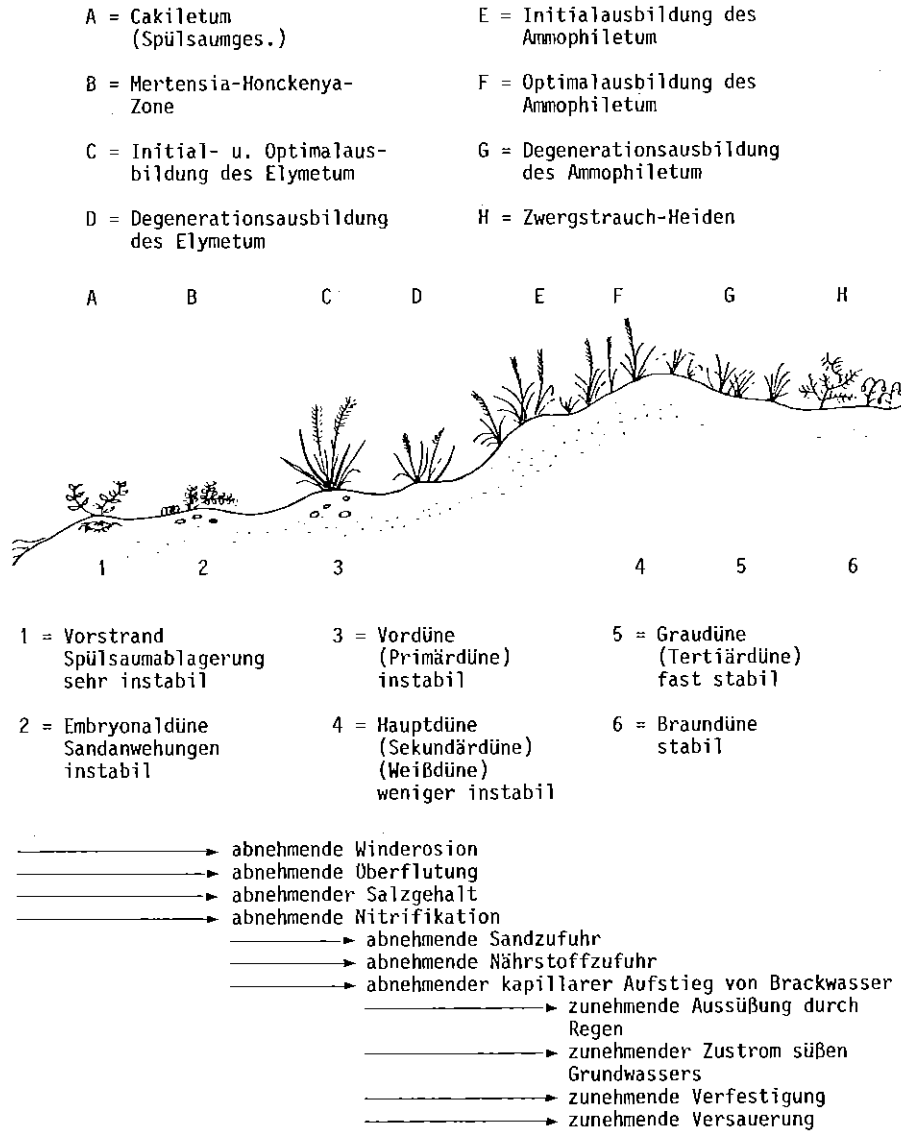


Abb. 122: Schematische Darstellung der Vegetationszonen an der ostkanadischen Dünenküste

Die 3 - 15 m hohen, weiter landeinwärts liegenden Hauptdünen werden vom Strandhafer (*Ammophila*) bewachsen (Abb. 161 im Anhang). Die geschlossenen Bestände des 'A m m o p h i l e t u m' fangen den meisten Flugsand ab. Die Rhizome halten den Sand auf den Dünenkuppen fest, es kommt zur Fixierung der mehrere Meter hohen Sandberge. Mit zunehmender Entfernung vom Strand sinkt die Dichte und Vitalität der *Ammophila* - Bestände, immer mehr Arten der Zwergstrauchheiden beginnen Fuß zu fassen (s. Abb. 123).

Wie an der Nordsee entstehen auch die ostkanadischen

Küstendünen über dem Hochwasserspiegel und nur unter Mithilfe der Strandhochgräser (z.B. *Elymus*). Wie schon erwähnt, sind für die Dünenbildung und -ausbreitung ausreichende Sandzufuhr aus dem Meer sowie auflandige Winde Voraussetzung. An progressiven Küsten wie auf Prince Edward Island und auf den Iles de la Madeleine lagern sich seewärts in gewissen Abständen immer neue Dünenketten vor, so daß ein breit angelegtes Dünengelände entsteht. Bemerkenswerte Sandumlagerungen infolge sommerlicher Südwestwinde werden nur in größeren Dünengebieten beobachtet, wo dann sogar Wanderdünen auftreten können wie z.B. im Gros Morne National Park (Newfoundland), auf Prince

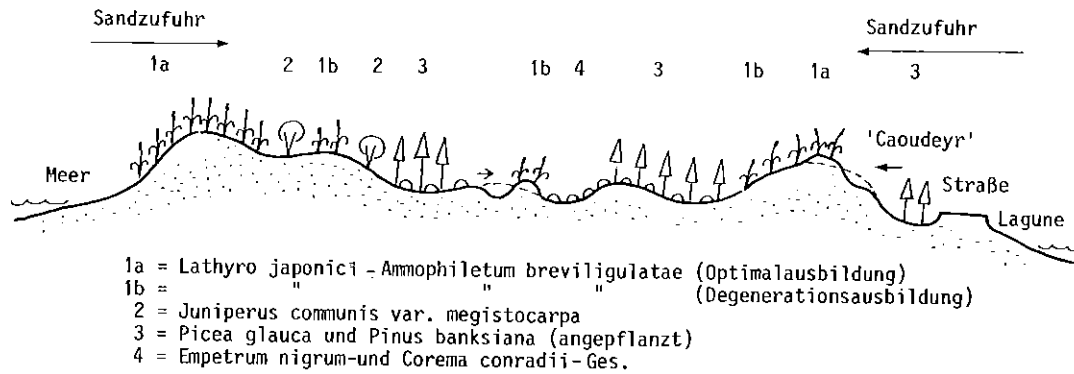


Abb. 123: Schematische Darstellung der Vegetationsverteilung auf einer Nehrung der Ile du Havre aux Maisons (Iles de la Madeleine, Québec, 18.6.1976)

Edward Island und auf den Iles de la Madeleine.

Sieht man von den Dünen an den Großen Seen einmal ab, kommen Binnendünen in Ostkanada nicht vor.

Arten der Küstendünenvegetation können auch auf Strandwällen vorkommen. Diese bestehen meistens aus grobem Material, daß von grobem Sand bis zu kopfgroßem Geröll reichen kann. Die Brandung lagert das Material auf einer annähernd gleichen Höhe des Strandes ab. Bei Sturmfluten kann es zu Abbruch und Rückverlagerung kommen, bei Hochfluten kann der Wall weiter hoch transportiert werden. Bei normalen Fluten wird auf der alten Stelle wieder ein neuer Wall abgelagert, so daß allmählich eine charakteristische, strandparallele Wallserie entsteht.

3. Syndynamik

Der Dünenaufbau in Ostkanada ist bei natürlichen Gegebenheiten modellhaft durch die Anordnung von

Embryonaldünen (*Honckenya* - und *Mertensia* - Zone), Vor- oder Primärdünen ('*Elymetum*'), Haupt-, Weiß- oder Sekundärdünen ('*Ammophiletum*') und letztlich Grau- oder Tertiärdünen (Degenerationsausbildung des '*Ammophiletum*') ausgebildet. Bei den Dünenhochgras - Gesellschaften kann man jeweils gut die entsprechenden Initial-, Optimal- und Degenerationsausbildungen unterscheiden (Abb. 124).

Auf dem Vorstrand können sich, wenn der Wind längs der Küste weht, kleinere Sandhügel (einschließlich Sicheldünen) bilden, sie verschwinden jedoch bei umspringendem Wind sehr schnell wieder. Nur wenn Zeit genug besteht, daß diese Hügel von Pflanzen besiedelt werden können, bleiben sie länger bestehen.

Die Embryonaldünen stellen fast beständige Dünen dar, werden aber durch das begrenzte Wachstum der sie besiedelnden, ausdauernden Polsterpflanzen (*Mertensia* und *Honckenya*) nicht höher als 30 - 40 cm.

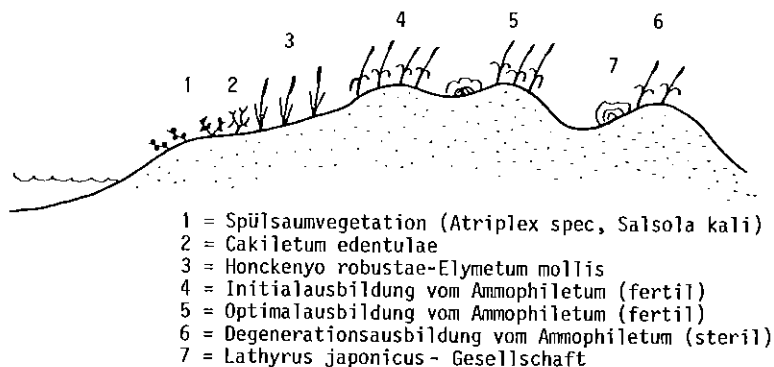


Abb. 124: Schematische Darstellung der Dünenvegetation bei Little Shippagan, New Brunswick (24.8.1976)

Die Vordünen werden in Ostkanada fast ausschließlich vom 'Elymetum' eingenommen. Die windharte Strandquecke (*Agropyron junceum*), die in Europa die ersten Dünen besiedelt, fehlt in Kanada. Die Strandgräser (*Elymus* und *Ammophila*) reagieren auf Übersandung mit starkem Streckungswachstum und lebhafter Verzweigung, so daß sie als lebendes Hindernis und Sandfänger die Dünen laufend vergrößern.

Schematisch betrachtet laufen die Vorgänge in der ostkanadischen Dünenbildung folgendermaßen ab: Gelingt es einigen Exemplaren des Strandroggens (*Elymus*) im Schutz von *Honckenya* - Polstern zu keimen, wird der sandführende Wind bereits durch die wenigen elastischen Hindernisse abgebremst. Als Folge davon setzt sich zwischen den Pflanzen bzw. in ihrem Lee Sand ab, es kommt zu ersten kleinen Sandanhäufungen. Die Pflanzen halten mit der Übersandung durch schnelles Wachstum Schritt, sie gedeihen sogar auf diesen Standorten besonders gut und bewirken dadurch weitere und verstärkte Sandablagerungen, so daß sich die Primärdünen entwickeln können. Diese werden nicht mehr von Sturmfluten erfaßt und zerstört. *Elymus* ist also ein echter Pionier, die Art ist außerordentlich widerstandsfähig gegenüber Sandschliff und Salzwasser. Beim weiteren Anwachsen der Düne verliert sich der Einfluß des Salzwassers, *Elymus* wird von *Ammophila* abgelöst. Der Strandhafer ist recht empfindlich gegenüber zu hohen Salzkonzentrationen. Er bildet reichverzweigte und weitstreichende Wurzelsysteme aus, die den Dünen sand dicht durchziehen und ihn dadurch weiter befestigen (Abb. 161 und 162 im Anhang).

Lokale Besonderheiten verändern den hier schematisch dargestellten Verlauf einer Dünenentwicklung. So werden in der Natur verschiedene Ausbildungen erkennbar, die durch Störungen hervorgerufene Abweichungen in der Vegetationsstruktur zeigen. Die ostkanadischen Küstendünen sind heute zum einen stark anthropogenen Einflüssen, zum andern dadurch bedingt verstärkt auch den Auswirkungen der Sturmfluten ausgesetzt, so daß sich durch Zerstörungen und Neubildungen verschiedene Sukzessionsphasen abwechseln können. Der Ab- und Umbau der Dünen bringt alle Altersstadien mit sich, wodurch in einem Bestand verschiedene soziologische Ausbildungen auftreten und Initial- sowie Degenerationsausbildungen von 'Elymetum' und 'Ammophiletum' nebeneinander vorliegen können.

Der Dünenbildung folgt vielfach und ebenso spontan

die Dünenauflösung, auch unter natürlichen Bedingungen. Nur werden diese Vorgänge durch anthropogenen Einfluß außerordentlich verstärkt. So wirkt denn auch eine in voller Auflösung befindliche Dünenlandschaft auf den Beobachter wie eine sterbende Landschaft, die ursprünglichen Gesetzmäßigkeiten sind nicht mehr erkennbar.

Bei Dünenauflösung führt der Weg von kleinen Vegetationsanrissen über die Entstehung von Windkuhlen und Sandgruben bis hin zu Parabeldünen und letztlich Wanderdünen. Eine langsame Dünenauflösung wird also durch eine harmlos erscheinende Verletzung der Vegetationsdecke eingeleitet; bei starken anthropogenen Einwirkungen und Sturmfluten kann die Zerstörung dann jedoch sofort verheerende Ausmaße annehmen.

Solche Windanrisse verheilen durch Samenflug und Wurzel ausläufer kaum, sondern werden vielmehr zum Ausgangspunkt einer sich immer weiter vergrößernden Windkuhle. Diese Kuhlen sind im Prinzip rein natürliche Formen, die mit der Entwicklung jeder Dünenlandschaft unzertrennbar verbunden sind (VAN DIEREN 1934). In vielen Fällen aber ist die Initialphase der Windkuhlen durch Mensch und Tier verursacht worden, geben diese Senken doch einen vorzüglichen Windschutz ab und werden deswegen immer wieder bevorzugt aufgesucht. Auch daher ist eine erneute Vegetationsansiedlung so gut wie unmöglich. Die weitere Ausblasung an diesen Stellen kann eigentlich nur noch verhindert werden, wenn nasse, grundwasserbeeinflusste Tiefen erreicht werden. Diese schon recht tief reichenden Gebilde bezeichnet man als 'Sandgruben' oder 'Caoudeyr' (GRANDTNER 1974). Die kreisförmigen oder ovalen Gruben werden im ungünstigen Fall durch küselnde Winde weiter trichterförmig ausgeblasen, der Sand wird sichelförmig leewärts wieder abgelagert (Abb. 123).

Auf diesen zunächst offenen Sandhalden erobert dank des nährstoffreichen Sandes zunächst die Initialausbildung, später dann die Optimalausbildung des 'Ammophiletum' wieder das Terrain. Oft ist jedoch zu beobachten, daß die Neubesiedlung nur schütter ist, und die Vegetation niemals die Vitalität wie am vordersten Dünensaum der Hauptdüne zeigt. Die Ursache wird vermutlich in der mangelnden Nährstoffversorgung liegen. In der Dünenlandschaft kann man damit vitale und fruchtende *Ammophila*-Bestände antreffen, die sich von den degenerierenden Strandhafer - Gesellschaften stark abheben. Ähnliche Verhältnisse wie die oben geschilderten ergeben sich nach Sturmfluten, wenn ganze Dünenketten weggerissen wurden.

Die Dünenlandschaften zeigen deutlich durch ihre Vegetation ältere und jüngere Bildungen, die Entwick-

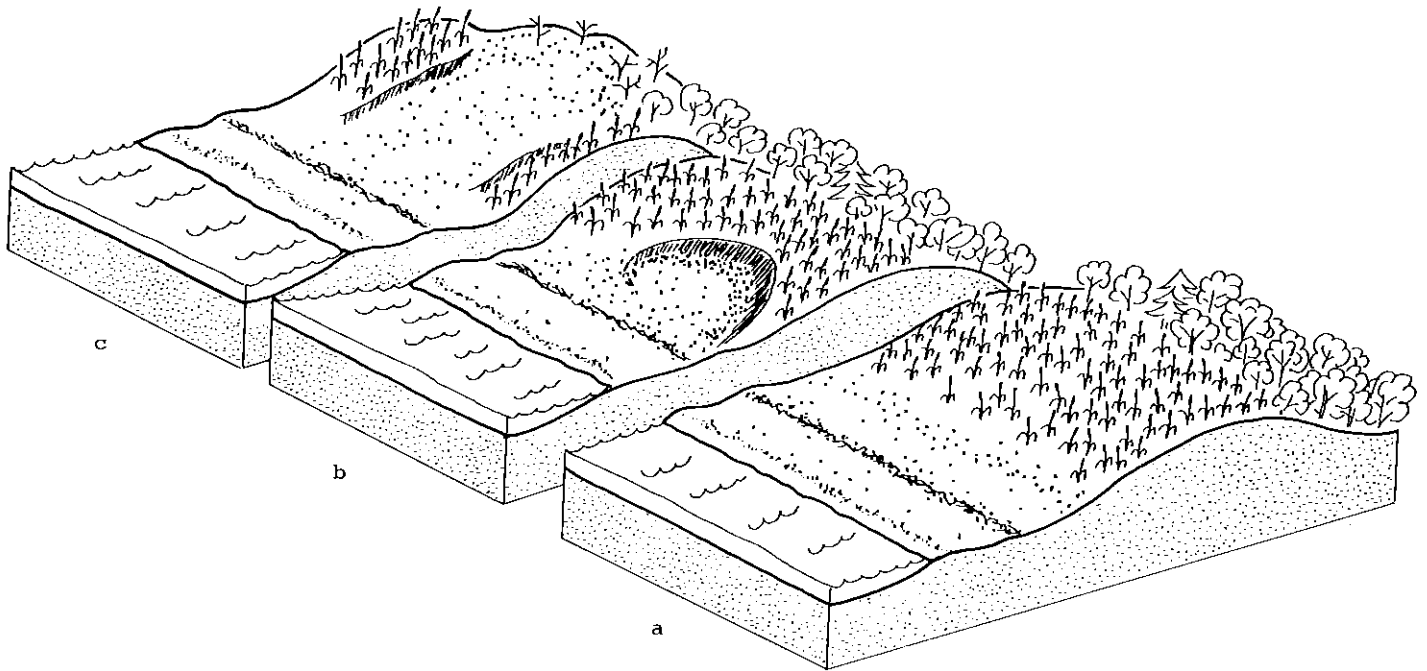


Abb. 125 : Schematische Darstellung der Dünenzerstörung. a = ungestörter Dünenaufbau, b = Dünenanriß durch Sturmfluten, c = Dünenzerstörung durch Wanderdünen.

lungsstadien wechseln oft unmittelbar nebeneinander ab. So erfolgt in den Graudünen durch Windanrisse, etwa im Gefolge von Sturmschäden, durch Viehtritt, oder an Trampelpfaden, wieder eine Rückkehr zur Weißdüne bzw. sogar zu bewegtem, vegetationsfreiem Sand, so daß auch Miniatur - Wanderdünen entstehen können.

Im Tertiärdünenbereich wird der Sand zwar sehr intensiv durchwurzelt und daher vielfach dauerhafter festgelegt; wird die Vegetationsdecke jedoch verletzt, werden die Risse oder Löcher ähnlich wie bei den Sekundärdünen durch den Wind sehr schnell zungenförmig verbreitert und zu langen Mulden mit parabelförmigem Randwall ausmodelliert. Die von Südwesten angreifenden Winde akkumulieren den erodierten Sand am Nordostrand der Mulde. Durch gleichzeitig eintretende Übersandung sterben die Pflanzen der Graudünen sehr bald ab, und es können innerhalb kurzer Zeit erneut vegetationslose Sandflächen entstehen; besonders die oberen Partien und Luvseiten der Dünen werden davon betroffen.

Die erodierende Wirkung des Windes ruft im Extremfall eine Dünenwanderung hervor. Diese Wanderdünen haben stets mehr oder weniger deutliche Ansätze zur Parabelform: Die zentralen Abschnitte der Dünen

bewegen sich schneller als die flacheren Flanken, die im allgemeinen noch bewachsen sind oder durch umgebende höherwüchsige Vegetation gegen den Wind geschützt sind. Wanderdünen überfluten die Vegetation ruhender Dünengebiete und rufen tiefgreifende Veränderung in deren Zusammensetzung hervor (Abb. 125). Rezente Wanderdünen, die den Küstenwald und die Verkehrswege bedrohen, sind auf Newfoundland (Gros Morne National Park) und auf Prince Edward Island (Cavendish Beach) zu beobachten (Abb. 163 im Anhang). Diese Wanderdünen sind jedoch ebenso eindeutig wie die europäischen (Leba-Mündung, Kurische Nehrung) ausschließlich anthropogenen Ursprunges. Natürlich vegetationslose Wanderdünen können nur in Wüsten entstehen, wo Winde lange Zeit hindurch unverändert aus einer Richtung wehen (KAISER 1926, PAUL 1944).

4. Synökologie

In der schematische Darstellung der Vegetationszonen an den ostkanadischen Küstendünen (Abb. 122, p. 139) werden die wichtigsten ökologischen Faktoren in ihren Auswirkungen auf die Vegetationsentwicklung skizziert.

Der Vorstrand verhält sich pflanzenfeindlich und kann

nur von halophytischen, besonders zähen Arten (*Mertensia* und *Honckenya*) besiedelt werden. Eine Reihe von ökologischen Bedingungen kommen dabei zur Auswirkung:

- bei Springtiden und Sturmfluten wirkt die mechanische Transportkraft des Sandes schädigend, vor allem wenn grobes Material transportiert wird
- bei Wind wirkt der Sand wie ein 'Sandstrahlgebläse'
- der Quarzsand ist sehr nährstoffarm, nur die sporadischen Spülsaumablagerungen reichern ihn mit Stickstoffverbindungen und Phosphaten an
- die Überflutungen mit Salzwasser schränken die potentielle Vegetation auf Halophyten ein
- extreme Temperaturschwankungen tragen dazu bei, Keimlinge zu eliminieren.

Die Vor- und Hauptdünen werden von folgenden Faktoren beeinflusst:

- äolische Sanderosion
- Sandakkumulation
- Sprühsalzeinwirkung
- Nährstoffmangel
- Temperaturschwankungen
- Windexposition

Die Vordünen stehen noch unter direktem Salzwasser einfluß, da sie immer wieder überflutet werden. Daher ist der salztolerante *Elymus* praktisch die einzige Art, die dort wachsen kann. Die Mulden zwischen den Vordünen sind vegetationslos und lassen, neben dem für eine Besiedlung zu hohen Salzgehalt des Bodens, auf ein ungünstiges Mikroklima schließen.

Die Hauptdünen werden von *Ammophila* eingenommen, der empfindlich auf Salzwasser im Boden reagiert, jedoch widerstandsfähiger gegenüber der Salzzufuhr aus der Luft ist. Der Salzeinfluß erfolgt dadurch, daß bei jedem Brandungsschlag Salzwasser in die Luft versprüht und durch den Wind landeinwärts transportiert wird. Das Salz hat eine selektive Wirkung auf die potentielle Vegetation; nicht alle Arten vertragen eine gleich hohe Konzentration. Der Salzeinfluß des Bodens wird im Bereich der Hauptdünen durch Auswaschung und dem Zustrom süßen Grundwassers bereits so gering, daß er für viele Arten schon keine Rolle mehr spielt.

Die Nährstoffe der Hauptdünen sind ebenfalls marinen Ursprunges; neben den Cl- und SO₄-Ionen spielen auch Alkali- und Erdalkali-Ionen (Na, K, Mg,

Ca) eine Rolle. Sie werden nach VAN DIEREN (1934) an der Oberfläche der Sandkörner vom Wind landeinwärts verfrachtet. Außerdem wird bei Sturmfluten viel organisches Material (Algen, Seegras) angelandet und später vom Wind auf die Dünen geweht.

Die Vordünen und Strandwälle besitzen einen anfänglich höheren Kalkgehalt, der eine vergleichsweise starke Pufferung gegen die pH-Absenkung bewirkt. Der frisch ausgeworfene Sand ist meist alkalisch (pH über 8, entsprechend dem Meerwasser). Durch fortschreitende Entkalkung wird jedoch der Neutralpunkt (pH 7) unterschritten, der Sand reagiert zunehmend saurer. Während er in jungen Hauptdünen einen pH-Wert von 6 - 7,5 anzeigt (Gros Morne National Park, Newfoundland), liegen die Werte in Tertiärdünen um pH 5, seltener über 5,2 (Stephenville Crossing, Newfoundland); ähnliche Ergebnisse erbrachten die von OOSTING and BILLINGS (1942) in North Carolina vorgenommenen Messungen. In 15 cm Tiefe einer Tertiärdüne bei Stephenville Crossing wurde ein pH von 4,5 gemessen; HEYKENA (1965) berichtet von einer ähnlichen Beobachtung von der Nordseeküste.

Die strandfernen Dünen (Braundünen) haben durch den Regen ihren Kalkgehalt verloren; die Quarzkörner sind nährstoffärmer, die Bodenazidität nimmt zu. Außerdem werden die spärlich vorhandenen Nährstoffe in dem leicht durchlässigen Sand schnell mit dem Sickerwasser abgeführt. Die Kalkarmut der Tertiärdünen bietet vielen kalkmeidenden Arten die Möglichkeit zur Ansiedlung. Auf dem ausgewaschenen Sand findet bereits eine Rohhumusbildung statt; die Flächen werden vor allem durch Flechten besiedelt. Dünengräser wie *Ammophila* zeigen im Bereich der Tertiärdünen eine reduzierte Vitalität.

Eine Analyse der mineralischen Zusammensetzung des Dünenandes muß von Fall zu Fall neu vorgenommen werden. Bei Untersuchungen des Sandes eines Dünengebietes in Newbrunswick ergab sich, daß das Material aus lokalem Sandstein und aus Moränenmaterial entstanden war und bei der Zusammensetzung noch lockere Meeressedimente unbekannter Herkunft eine Rolle spielten (LORING and NOTA 1969).

5. Synsystematik

Die Gesellschaften der ostkanadischen reinen Dünengras - Küsten werden der Klasse *H o n c k e n y o - E l y m e t e a a r e a n i i* Tüxen 1966 zugeordnet. Diese Klasse hat ihre stärkste Verbreitung an den Geröll- und Dünenküsten in der nordborealen Zone, während im arktischen Bereich nur noch verein-

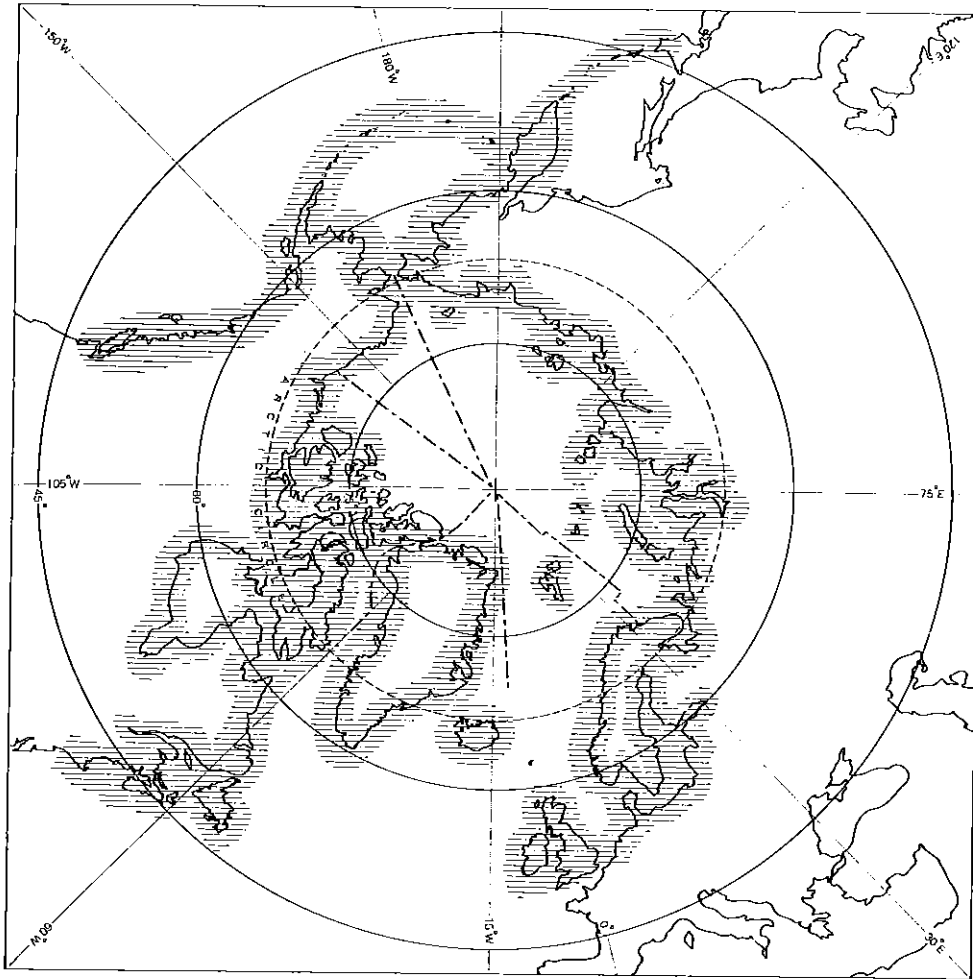


Abb. 126: Potentielle Verbreitung der Klasse *Honckenyo - Elymetea arenarii*

zeit Gesellschaften vorkommen (THANNHEISER 1975, THANNHEISER und HOFMANN 1977); einzelne Assoziationen der *Honckenyo - Elymetea* sind auch noch im Bereich von Nord- und Ostsee zu finden (vergl. Abb. 126).

In Tabelle 29 wird die Verbreitung der wichtigsten Kennarten der *Honckenyo - Elymetea* auf der Nordhemisphäre wiedergegeben. Das Schema soll die Namensgebung der verschiedenen Assoziationen erläutern.

Die Dünengras - Gesellschaften der südlichen, gemäßigten Zone werden in der Klasse *Ammophiletum Br.-Bl. 1933* zusammengefaßt.

Die ostkanadische Küstendünenvegetation wird vorrangig durch zwei Dünengras - Gesellschaften (*Honckenyo robustae - Ely-*

metum mollis und *Lathyro japonici - Ammophiletum breviligulatae*) gekennzeichnet, die im Untersuchungsgebiet allgemein verbreitet sind. Von den Assoziationen wurden synthetische Tabellen mit bekanntem und neu erarbeitetem Aufnahmematerial zusammengestellt (Tab. 33, p. 155, und 34, p. 159). Zu den beiden Assoziationen *Honckenyo robustae - Elymetum mollis* (einschließlich 2 Subassoziationen und 3 Varianten) und *Lathyro japonici - Ammophiletum breviligulatae* (einschließlich 2 Subassoziationen und 7 Varianten) wurden über 150 eigene Aufnahmen zusammengetragen, die gleichmäßig über das gesamte ostkanadische Untersuchungsgebiet verstreut aufgenommen wurden. Beide Assoziationen sind in Ostkanada eng miteinander verzahnt.

Das *Lathyro japonici - Ammo-*

N-PAZIFIK	SO-KANADA	GRÖNLAND N-KANADA	ISLAND N-NORWEGEN	NORDSEE OSTSEE
<i>Elymus arenarius ssp. mollis</i>			<i>Elymus arenarius ssp. arenarius</i>	
<i>Honckenia peploides</i>				
<i>ssp. major</i>	<i>ssp. robusta</i>	<i>ssp. peploides</i>		<i>var. latifolia</i>
			<i>var. diffusa</i>	
<i>Mertensia maritima</i>				—
<i>Lathyrus maritimus</i>		—	<i>Lathyrus maritimus</i>	
—	<i>Ammophila breviligulata</i>	—		<i>Ammophila arenaria</i>

Tab. 29 : Verbreitung der Kennarten der Honckenyo - Elymetea arenarii (verändert nach TÜXEN 1970).

philetum breviligulatae besiedelt in Ostkanada nur Küstendünen, die stark durch organische Reste beeinflusst sind. Aufgrund der floristischen Zusammensetzung muß die Assoziation der Klasse Honckenyo - Elymetea arenarii zugerechnet werden (GEHU, mdl. Mitt.). Da die Assoziation jedoch eine starke selbständige Stellung innerhalb der Klasse einnimmt, hat GALIANO (1959) einen eigenen Verband (Ammophilion breviligulatae) und eigene Ordnung (Ammophiletum breviligulatae) vorgeschlagen. Die kanadischen binnenländischen *Ammophila breviligulata* - Gesellschaften bilden höchstwahrscheinlich eine eigene Klasse, die in den südöstlichen USA auch an den Küsten vorkommt.

Vom Mertensietum maritimae wurden 8 Aufnahmen zusammengetragen (Tab. 31, p. 149). Die für Ostkanada neue Assoziation wird wie in Europa der Klasse Honckenyo - Elymetea arenarii zugeordnet.

Schließlich wurden noch 5 Aufnahmen mit *Honckenia peploides* in Tabelle 32 (p. 152) zusammengefaßt, deren synsystematische Stellung noch unklar ist und die daher zwanglos als Gesellschaft vorgestellt werden.

Die folgende synsystematische Einteilung wurde für die Phytozönosen der ostkanadischen Küstendünen vorgenommen:

Honckenyo (peploidis) - Elymetea arenarii Tüxen 1966
(Syn.: Honckenyo peploidis - Elymetea Tüxen 1970)

Honckenyo - Elymetalia (arenarii) Tüxen 1966

Honckenyo (peploidis) - Elymilion arenarii Galiano 1959

Mertensietum maritimae (Nordhagen 1940) ass. nov.

Honckenia peploides - Gesellschaft

Honckenyo robustae - Elymetum mollis Galiano 1959
(Syn.: Arenarieto robustae - Elymetum villosi Galiano 1959; Elymetum arenarii Dansereau 1959)

Ammophiletalia breviligulatae Galiano 1959

Ammophilion breviligulatae Galiano 1959

Lathyro japonici - Ammophiletum breviligulatae Galiano 1959

6. Synchorologie

Dünen sind an den Küsten des Gulf of St. Lawrence häufiger anzutreffen als an der atlantischen Außen-

Küste; ihr Verbreitungsbild verdanken sie der Bildung von Haff-Nehrungsküsten auf Prince Edward Island, auf Newbrunswick und auf den Iles de la Madeleine. Isolierte größere Vorkommen sind noch für Newfoundland und Labrador zu erwähnen.

Alle Küstendünengebiete sind mit Vegetation bewachsen, allerdings je nach Substrat in unterschiedlicher Ausdehnung. Auf Gaspé Peninsula und auf Nova Scotia z.B. sind nur schmale Kiesstrände mit Fragmenten der Dünenvegetation anzutreffen.

Das Areal des *Mertensietum maritima* ist sehr eingeschränkt; nur auf den Geröllstränden oder Strandwällen aus grobem Kies auf Newfoundland und auf Cape Breton Island ist die Assoziation vertreten.

Bemerkenswert sind die unterschiedlichen Areale des *Honckenyo - Elymetum* und des *Lathyro - Ammophiletum* in Ostkanada. Diese Trennung der Wuchsgebiete der beiden Assoziationen beruht, wie in Europa, auf einer klimatischen Differenzierung. An einigen wenigen Stellen konnten jedoch beide Assoziationen im gleichen Küstenbereich festgestellt werden. In diesen Fällen besiedelten sie unterschiedliche Substrate.

Das Hauptverbreitungsgebiet des *Lathyro japonici - Ammophiletum breviligulatae* befindet sich an den wärmeren, feinsandreichen Küsten von Prince Edward Island und den Iles de la Madeleine. Das *Honckenyo robustae - Elymetum mollis* dagegen nimmt die kühleren, feinsandreichen Küstenbereiche im östlichen Teil von Newfoundland und S-Labrador ein. In Newbrunswick und Nova Scotia sind beide Assoziationen vertreten, das *Honckenyo - Elymetum* besiedelt die Vordünen, das *Lathyro - Ammophiletum* die Hauptdünen.

7. Wirtschaftliche Bedeutung und Naturschutz

Die natürlichen Pflanzengesellschaften sind als lebender Baustoff für die Dünenbefestigung hervorragend geeignet. *Ammophila* bildet reichverzweigte und weitreichende Wurzelsysteme aus, die den Dünen sand dicht durchziehen und dadurch festlegen. Die Schäden, die Mensch und Tier in der Dünenvegetation anrichten, sind sehr groß und in manchen Gebieten die Hauptursache für die Zerstörung ganzer Dünenlandschaften. Die Schafe z.B. wühlen Löcher in den Sand, um Schutz vor Wind und Regen zu finden (vergl. WARMING 1907). Auch infolge jahrhundertelanger Beweidung durch Schafe, Rinder und Pferde wurde die

Pflanzendecke beschädigt oder ganz zerstört. Die Küstenbewohner trieben der Einfachheit halber das Vieh in die Dünen bzw. Seemarschen, da der Küstenwald undurchdringlich und für Waldweide ungeeignet war.

Die Dünenvegetation wird auch heute noch von Haustieren selektiv beweidet. Mit der Beweidung in direktem Zusammenhang steht eine Eutrophierung. Dies ist besonders gut in den Tertiärdünen zu beobachten, wo die holzigen Zwergstrauchheiden verschwunden und dafür eine Reihe nitrophytischer Kräuter eingewandert sind. In der Nähe älterer Dörfer sind die Dünenmorphologie und die Vegetation in aller Regel stark überformt.

Eine wirtschaftliche Nutzung der Dünengräser für den Menschen bestand in früheren Jahren in begrenztem Umfang. So wurden z.B. die Körner von *Elymus* zu Mehl verarbeitet und das Stroh als Stalleinstreu benutzt (POLLETT, mdl. Mitt.).

Die heutige Beeinflussung der Vegetation durch den Menschen ist völlig anderer Natur und macht sich in erster Linie auf den Hauptdünen bemerkbar. Im Sommer kommt es oft zu Entzündungen von Dünen grasbeständen durch Lagerfeuer, wenn die Feuerstellen ungelöscht zurückgelassen werden. Das tritt vor allem bei der Benutzung von Treibholz auf, das schlecht zu löschen ist und ein schwelendes Feuer über lange Zeit hinweg halten kann.

Eine Beschädigung der Dünengräser auf Pfaden (Badebetrieb) zwischen den Dünen bietet dem Wind durch die Düsenwirkung Angriffsmöglichkeiten, Rissen zu verbreitern und zu vertiefen. Gefährdet sind vor allem jene Dünengebiete auf Prince Edward Island und auf Newbrunswick, die durch Wochenendhäuser, Erholungsbetrieb und Beweidung besonders strapaziert werden. Hier sollten Maßnahmen ergriffen werden, den Erholungsbetrieb auf wenige Standorte zu konzentrieren. Es erscheint paradox, Nationalparks einzurichten und zugleich den Erholungsbetrieb durch die Errichtung großer Campingplätze zu fördern, so daß gerade in den Nationalparks die größten Vegetationsschäden zu beobachten sind. In dem vor einigen Jahren errichteten Gros Morne National Park (Newfoundland) sind Wanderdünen entstanden, die bereits den Küstenwald begraben haben. Dort trafen allerdings einige unglückliche Umstände - Beweidung, Touristen und schwere Sturmschäden - zusammen.

Am Cavendish Beach (Prince Edward Island) werden die Schäden an der Dünenvegetation, die auf Sturmfluten und Badebetrieb zurückzuführen sind, seit neuester Zeit durch *Ammophila* - Anpflanzungen beseitigt, d.h. eine Art Dünenbefestigung, wie sie in Europa seit

Jahrhunderten bereits üblich ist.

Die Dünengebiete sollten vor Zersiedlung, zu starkem Erholungsbetrieb und vor allem vor Beweidung (Schutzzäune) bewahrt werden. Als schützenswerte Gebiete erscheinen die Dünenbereiche Windmill Righ, Cow Head, nördlich St. Paul und Portland Creek (alle Newfoundland). Aufgrund der früheren anthropogenen Einflüsse ist an den genannten Orten ein interessantes Mosaik von verschiedenen Dünengesellschaften entstanden, die ein lohnendes Objekt für die geobotanische Forschung, sicherlich auch für Entomologen, darstellen.

Zur Festlegung der gewaltigen, immer nach Osten wandernden Flugsanddünen sind ingenieurbioologische Maßnahmen dringend erforderlich. An allen besuchten Orten war statt einer Dünenbildung eher eine fortschreitende Zerstörung zu beobachten. Nur bei Pearson Pond (Newfoundland), auf Prince Edward Island und auf den Iles de la Madeleine war auf beschränktem Raum eine echte Dünenneubildung festzustellen.

8. Synsoziologie

Die Vegetation der Küstendünen mit synsoziologischen Methoden zu untersuchen, ist vom vegetationsgeographischen Gesichtspunkt her interessant. Bei der Betrachtung einer Sigmassoziation einer Küstendüne wird die quantitative Gesamtaussage stärker betont

als bei der herkömmlichen Pflanzensoziologie, wo eine qualitative Wertung der einzelnen Gesellschaften erfolgt.

Die gesamten Gesellschaften der ostkanadischen Küstendünen können vermutlich zwei Sigmassoziationen zugeordnet werden, einer nördlicher verbreiteten Sigmassoziation von *Honckenyo robustae* - *Elymetum mollis* und einer südlicher verbreiteten Sigmassoziation von *Lathyro japonici* - *Ammophiletum breviligulatae*. Für eine endgültige Beurteilung steht zur Zeit noch nicht ausreichend Aufnahmematerial zur Verfügung.

Bei Stephenville Crossing in SW-Newfoundland wurde ein Küstendünengebiet (20 000 m²) synsoziologisch aufgenommen. Es wurden drei Kenngesellschaften ausgeschieden, die Phytozönose mit der größten Stetigkeit und Deckung gab der Sigmassoziation den Namen (Sigmassoziation von *Lathyro japonici* - *Ammophiletum breviligulatae*, Typische Variante der Subassoziation von *Carex silicea*).

Die Syntaxa wurden vorher auf dem üblichen Wege pflanzensoziologisch erfaßt und erarbeitet. Das Versuchsgebiet wurde in 13 übersichtliche Flächen (meist 100 x 20 m) eingeteilt, die flächenmäßige Verteilung der einzelnen Gesellschaften aufgenommen und nach der siebenteiligen Skala von BRAUN-BLAQUET (1964) geschätzt. Tabelle 30 zeigt die Häufigkeitsverteilung der miteinander vergesellschafteten Phytozönosen.

Tab. 30 : Sigmassoziation von *Lathyro japonici* -
Ammophiletum breviligulatae, Typische Variante
der Subassoziation von *Carex silicea*

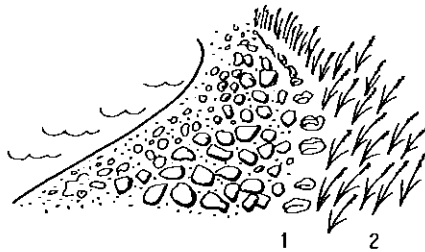
Ort:	Stephenville Cr.
Zeit:	7.9.1978
Größe der Fläche (m ²):	20000
Anzahl der Aufnahmen:	13
<u>Kennges. d. Sigmass.:</u>	
Typische Variante der Subassoziation mit <i>Carex silicea</i> , des <i>Lathyro japonici</i> - <i>Ammophiletum breviligulatae</i>	V ⁺ -4
Variante mit <i>Campanula rotundifolia</i> mit <i>Carex silicea</i> , des <i>Lathyro japonici</i> - <i>Ammophiletum breviligulatae</i>	V ² -4
Typische Subassoziation, des <i>Lathyro japonici</i> - <i>Ammophiletum</i> <i>breviligulatae</i>	V ¹ -4
<u>Gesellsch. d. höheren Einheiten u. sonstige Ges.:</u>	
<i>CaKiletum edentulae</i>	IV ^r -1
<i>Alnus rugosa</i> -Gebüsch	II ⁺ -1
Subassoziation mit <i>Festuca rubra</i> , des <i>Lathyro japonici</i> - <i>Ammophiletum breviligulatae</i>	II ¹ -2
<i>Juncetum gerardii</i>	I ⁺
Typische Subassoziation, des <i>Honckenyo robustae</i> - <i>Elymetum</i> <i>mollis</i>	+
<i>Picea mariana</i> -Gebüsch	+

II. Beschreibung der Gesellschaften

1. *Mertensietum maritimae*
(Nordhagen 1940) ass. nov.

Physiographie

Auf dem Vorstrand, vor den eigentlichen Spülsaum-Gesellschaften, wächst das äußerst artenarme *Mertensietum maritimae*. Als Standorte werden Strandwälle aus Kies und Geröll bevorzugt, jedoch werden auch Grobsandstrände besiedelt (Abb. 127). Die Assoziation ist in einem



1 = *Mertensietum maritimae*
2 = *Honckenyo robustae-Elymetum mollis*

Abb. 127 : Vegetationszonierung am Geröllstrand bei Forteau, Labrador (1975)

Bereich, der mindestens 1 m über der mittleren Hochwasserlinie liegt, anzutreffen (Abb. 128).

Physiognomie und Synökologie

Wie auf einem lockeren Band ist der Hemikryptophyt *Mertensia maritima* perlchnurförmig an der Grenze der Lebensmöglichkeiten am Vorstrand anzutreffen. Auf weiten Strecken wachsen nur einzelne Polster-

individuen, die eine Ausdehnung von jeweils 1 m² erreichen können, während die Abstände zwischen den Einzelexemplaren oft mehrere Meter betragen. Bei günstigen Wuchsbedingungen vermag *Mertensia maritima* allerdings auch geschlossene Bestände zu bilden. Die mehrjährige Art überlebt sowohl Sturmfluten als auch Eisgang als Rhizom oder Rosette.

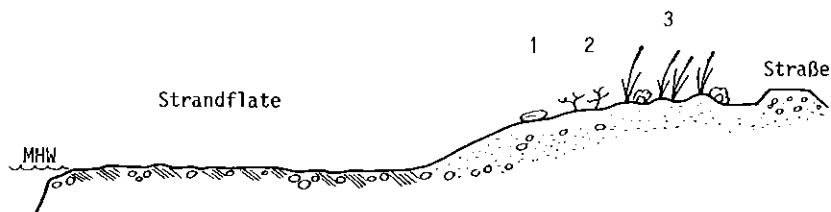
Auf dem groben Substrat der Standorte sind durch den Nährstoffmangel nur offene Solitärbestände möglich, die empfindlich auf Übersandung reagieren. Nicht immer läßt sich klar erkennen, welche Standortseigenschaften über die Ansiedlung der Art entscheiden. Sicherlich werden auch der Wasserhaushalt und die Salzkonzentration eine entscheidende Bedeutung haben. Kleinklima, Gezeitenhöhe und Ablagerungen von Spülsaummaterialien dürften ebenfalls von Wichtigkeit sein.

Das *Mertensietum maritimae* tendiert - von der ökologischen Seite her - zu den Spülsaum - Gesellschaften.

Synsystematik und Synchorologie

Ein *Mertensietum maritimae* führt NORDHAGEN (1940, p. 71) von einem Geröllstrand auf der Nordseite des Varangerfjordes (N-Norwegen) an, ohne es jedoch näher zu beschreiben. Bei den eigenen Untersuchungen auf Spitzbergen, in N-Norwegen und in der kanadischen Arktis wurden große Areale mit *Mertensia maritima* beobachtet (THANNHEISER 1974, 1975; THANNHEISER und HOFMANN 1977). Ähnliche Funde wurden von TOXEN (1970) und von STEINDORSSON (1974) auf Island gemacht. Wie die Untersuchungen von POLUNIN (1948), LID (1964) und DE MOLENAAR (1974) zeigen, hat die Assoziation ein großes Verbreitungsgebiet in der Arktis und Subarktis.

Wie bei allen offenen Pioniergesellschaften ist es auch beim *Mertensietum maritimae* relativ heikel, von einer Assoziation zu spre-



1 = *Mertensietum maritimae*
2 = *Cakiletum edentulae*
3 = *Honckenyo robustae-Elymetum mollis*

Abb. 128: Schematische Darstellung der Strandvegetation bei Rimouski, Québec (20. 8. 1976)

chen. Doch bildet die Art unter vergleichbaren Verhältnissen immer wieder charakteristische, echte Phytozönosen. Schwierig ist eigentlich nur die Zuordnung der Assoziation zu höheren Einheiten. Das *Mertensietum maritima e* kann einmal - wie in dieser Arbeit - aufgrund seiner, wenn auch geringen, Fähigkeit zur Dünenbildung beizutragen, der Küstendünenvegetation zugeordnet werden. Sie stellt in der Pionierzone auf dem Strand die erste Assoziation der Klasse *Honckenyo - Elymetea arenariid* dar. Es besteht aber durchaus auch, bewertet man die ökologischen Ansprüche höher, die Möglichkeit, die Assoziation synsystematisch in die ausdauernden Spülsaum - Gesellschaften einzureihen, wie es OHBA, MIYAWAKI und TOXEN (1973) im Falle des japanischen *Mertensio asiaticae - Elymetum mollis* vorgenommen haben.

Tabelle 31 zeigt, daß die Vegetationsbedeckung in den einzelnen Aufnahmen doch recht schütter ist und Vertreter der Kontaktgesellschaft *Honckenyo - Elymetum mollis* eindringen. Das Vorkommen von *Atriplex* deutet auf Spülsaumlagerungen hin.

Ober die Verbreitung der Assoziation im subarktisch - arktischen Raum von Europa und Amerika liegen systematische Untersuchungen noch nicht vor.

Das Areal des *Mertensietum maritima e* im ostkanadischen Untersuchungsgebiet bleibt nach den bisherigen Kenntnissen auf Newfoundland, das östliche Nova Scotia und auf Gaspé Peninsula beschränkt (Abb. 129).

Tab.:31: *Mertensietum maritima e*

Nr. d. Aufnahme:	1	2	3	4	5	6	7	8
Größe d. Probefläche (m ²):	10	4	4	10	10	10	10	4
Vegetationsbedeckung (%):	50	30	30	40	40	30	30	30
Artenzahl:	3	2	2	2	2	1	1	1
<u>Kennart der Ass.:</u>								
<i>Mertensia maritima</i>	4	3	3	3	3	3	3	3
<u>Kennart d. höh. Einheiten:</u>								
<i>Honckenya peploides</i> s. rob.	1	1	.	1	1	.	.	.
<u>Begleiter:</u>								
<i>Atriplex</i> sect. <i>teutliopsis</i>	+	.	r	.	.	.	.	.

Nachweis der Vegetationsaufnahmen:

1	(9.8.75)	Colliers, Newfoundland
2	(18.8.75)	Anchor Point, Newfoundland
3	(28.8.75)	Eastport, Newfoundland
4	(8.8.76)	Gabarus, Nova Scotia
5	(21.8.76)	St. Marthe, Québec
6	(30.8.75)	Frenchman's Cove, Newfoundland
7	(30.8.76)	Grand Beach, Newfoundland
8	(20.8.76)	St. Felicité, Québec

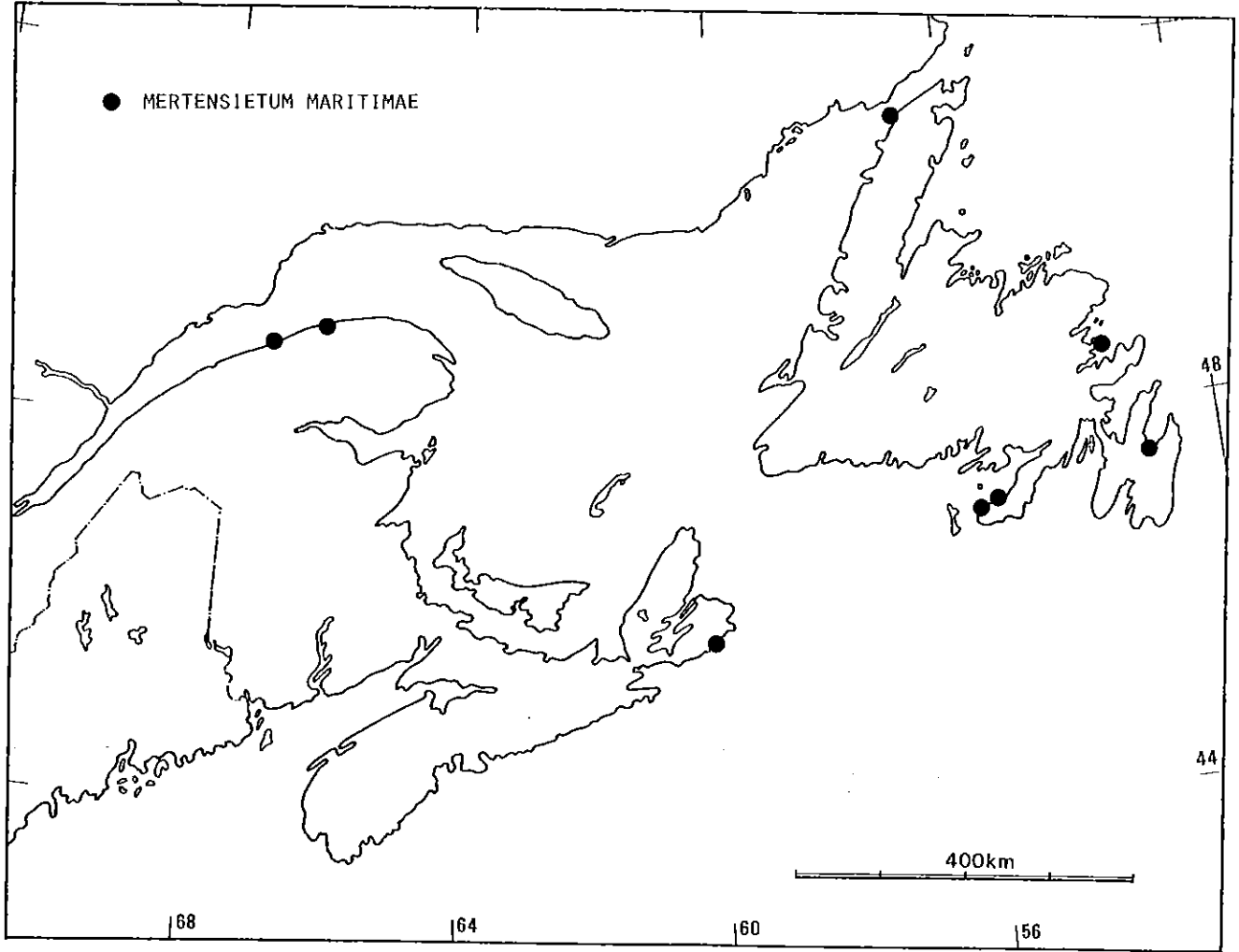


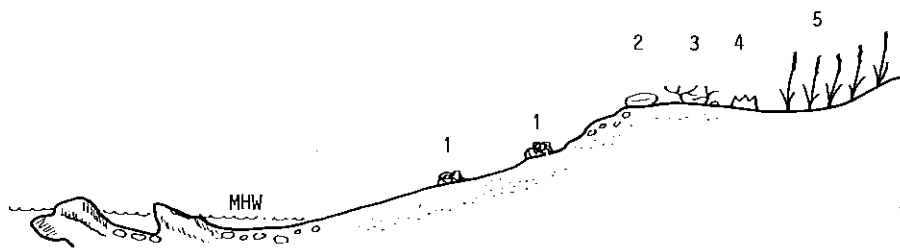
Abb. 129: Verbreitung des *Mertensietum maritimae*

2. *Honckenya peploides* - Gesellschaft

Physiographie und Physiognomie

Auf den noch unter dem regelmäßigen Einfluß winterlicher Hochwasser stehenden Strandpartien mit höherem Kiesanteil gedeihen mehr oder weniger reine Bestände von *Honckenya peploides*. Bevorzugt werden von dieser Art jedoch Feinsandstrände, die der Übersandung ausgesetzt sind und geringere Mengen Spülsaummaterial erhalten. Der *Honckenya* - Gürtel ist hinter die *Mertensia* - Zone, aber noch vor die Dünenhochgräser (*Elymus* und *Ammophila*) geschaltet (Abb. 130).

Die perennierende Art wächst auf Kies in offenen Solitärbeständen; auf lockerem Feinsand im Vorfeld der Dünen schließt sie sich jedoch zu dichten Beständen zusammen. Auch in Dünentälern zwischen Primär- und Sekundärdünen gedeiht die Gesellschaft, allerdings mit reduzierter Vitalität.



1 = Spülsaumablagerungen
2 = *Mertensietum maritimae*
3 = *Cakiletum edentulae*

4 = *Honckenya*-Ges.
5 = *Honckenyo robustae*-*Elymetum mollis*

Abb. 130: Schematische Darstellung der Strandvegetation bei St. Marthe Québec (21. 8. 1976)

so daß noch eine Nährstoffversorgung aus tieferen Schichten vonstatten gehen kann, wenn die gealterten Spülsaume verarmt sind.

Die Wasserversorgung spielt eine große Rolle; da die Art vom Grundwasserspiegel abhängig ist, entwickelt sie oft Pfahlwurzeln von über 50 cm Länge.

Der Bodentyp stellt einen Strandsysosem dar (KIIBI-ENA 1953).

Ist ein *Honckenya peploides* - Bestand über eine längere Zeit hinweg nicht von einer Sturmflut überformt worden, kann sich zwischen den Sprossen Sand ansammeln. Es entsteht eine mehrere Dezimeter hohe Embryonaldüne.

Synsystematik und Synökologie

Die *Honckenya peploides* - Gesellschaft ist außerordentlich ausdauernd.

Der Standort der Pioniergesellschaft zeichnet sich durch eine von Zeit zu Zeit stattfindende Zerstörung durch Sturmfluten aus. *Honckenya peploides* vermag diese extremen Standortbedingungen jedoch sowohl durch Schutzeinrichtungen gegen Salzwasser und mechanische Zerstörung zu überdauern als auch durch eine hohe vegetative und generative Reproduktionskraft in verhältnismäßig kurzer Zeit zu regenerieren. Die Art kann Sandüberwehungen gut ertragen, reagiert jedoch empfindlich gegenüber Sandabtragung durch Hochfluten, da die bloßgelegten Triebe absterben.

Die polykormonbildende Art ist halo-nitrophytisch. Sie gedeiht besser, wenn angeschwemmtes organisches Material mit einem verhältnismäßig hohen Anteil an freiem Stickstoff zur Verfügung steht. Allerdings durchsetzen ihre Wurzeln ein großes Bodenvolumen,

Synsystematik und Synchorologie

Honckenya peploides kommt auf der Nordhemisphäre in mehreren Unterarten und Varietäten vor (vergl. Tab. 29, p. 145); in Ostkanada wurde bislang jedoch nur *Honckenya peploides* ssp. *robusta* beobachtet.

In der *Honckenya peploides* - Gesellschaft kommen Verzahnungen und Überlagerungen ('superposition' TOXEN 1974), z.B. mit *Cakiletea* - Arten, vor (s. Tab. 32). Bei ökologischer Bewertung tendiert die Gesellschaft also zweifellos zu Spülsaumen. Dennoch soll sie hier aufgrund syndynamischer Gesichtspunkte - die Gesellschaft ist fähig, bei der

Dünenbildung auch aktiv mitzuhelfen - der Klasse *Honckenyo - Elymetea arena-rii* zugeordnet werden. Eine Abgrenzung der *Honckenya peploides* - Gesellschaft gegen im Kontakt stehende Phytozönosen ist im allgemeinen schwierig.

In Europa und Grönland sind von verschiedenen Autoren diverse selbständige Assoziationen und Soziationen mit *Honckenya peploides* beschrieben worden (vergl. u.a. KALELA 1939, DAHL und HADAC 1941, BEEFTINK 1965, DE MOLENAAR 1974, OLSSON 1974, MÜLLER 1975).

TOXEN (1970) sieht die *Honckenya peploides* - Bestände auf Island als Ausbildungsphase der Dünen-gesellschaft *Honckenyo diffusa - Elymetum mollis* an.

Nach den Untersuchungen erschien es als sinnvoll, die im ostkanadischen Raum aufgenommenen *Honckenya peploides* - Bestände vorläufig als ranglose Einheit zu behandeln. Bisher ist aus Nordamerika zu wenig Material zusammengetragen worden, um schon endgültige Aussagen über den synsystematischen Rang dieser Bestände machen zu können.

Im untersuchten ostkanadischen Küstengebiet wurde die Gesellschaft nur auf Newfoundland, Labrador und auf den Iles de la Madeleine angetroffen. Über eine weitere Verbreitung im östlichen Nordamerika konnten keine Angaben gefunden werden.

Tab. 32 : *Honckenya* - Gesellschaft

Nr.d.Aufnahme:	1	2	3	4	5
Größe d.Probe-fläche (m ²):	10	10	10	10	10
Vegetationsbedeckung(%):	30	40	40	40	35
Artenzahl:	4	3	2	2	2
<hr/>					
<u>Kennart d. Ges.:</u>					
<i>Honckenya peploides</i> s. rob.	3	3	4	4	2
<u>Kennarten d.höh.Einheiten:</u>					
<i>Mertensia maritima</i>	1	1	1	1	.
<i>Elymus arenarius</i> ssp.mollis r	.	.	.	.	.
<i>Amnophila breviligulata</i>	.	.	.	.	1
<u>Begleiter:</u>					
<i>Cakile edentula</i>	r	r	.	.	.

Nachweis der Vegetationsaufnahmen:

- 1 (11.8.1975) Windmill Bight, Newfoundland
- 2 (11.8.1975) Windmill Bight, Newfoundland
- 3 (16.8.1975) Cow Head, Newfoundland
- 4 (20.8.1975) L'Anse au Loup, Labrador
- 5 (18.6.1976) Iles de la Madeleine

3. *Honckenyo robustae* - *Elymetum mollis* Galiano 1959

(Syn.: *Arenarieto robustae* - *Elymetum villosi* Galiano 1959

Elymetum arenarii Dansereau 1959)

Physiographie und Physiognomie

Die aus ausdauernden Arten aufgebaute Assoziation besiedelt relativ sturmgeschützte Küstenbereiche, die sowohl mit Sand als auch mit Kies oder Geröll bedeckt sein können. Charakteristisch für das *Honckenyo robustae* - *Elymetum mollis* ist, daß die Gesellschaft häufig entsprechend den geomorphologischen Strand- und Küstenformen in schmalen, höchstens 20 m breiten Bändern, aber zuweilen kilometerlang grobstrukturierte Strandwälle oder feinsandige Primärdünen besiedelt. Die Assoziation wurde stets zwischen dem seewärts vorgelagerten *Mertensietum maritimae* und der *Honckenya peploides* - Gesellschaft und dem sich landeinwärts auf den höheren Sekundärdünen anschließenden *Lathyro japonici* - *Ammophiletum breviligulatae* angetroffen (vergl. Abb. 122). Eine einzige Ausnahme wurde in den Dünen von Portland Creek (Newfoundland) beobachtet; dort wurden die Primärdünen von *Ammophila breviligulata*, die Sekundärdünen jedoch von *Elymus arenarius* ssp. *mollis* besiedelt.

Die hochwüchsige, blaugrüne *Elymus mollis* bevorzugt als Wuchsort Geröllstrände, wo mitunter Spülsaummaterial abgelagert wird. Dort findet Dünenbildung allerdings nur in Ausnahmefällen statt. Dennoch ist die Art mit der wichtigste Dünenbildner überhaupt. Auf den feinsandigen, vom Wasser schon relativ weit entfernten Primärdünen erreicht die Art zwar eine geringere Vitalität und Fertilität, wie es verschiedene Autoren auch aus Europa und Japan berichten (z.B. NORDHAGEN 1940, FUKAREK 1961, OHBA, MIYAWAKI und TÜXEN 1973), dennoch ist sie durch ihr Vermögen, sich vegetativ außerordentlich rasch auszudehnen, in der Lage, Dünen von mehreren Metern Höhe aufzubauen. *Elymus mollis* ist sogar fähig, die an Dünen-Luvseiten auftretenden, durch Sturmfluten oder Stürmen verursachten 'Verletzungen' durch ihr starkes Expansionsvermögen binnen Jahresfrist fast völlig zu verheilen.

Syndynamik

Das *Honckenyo robustae* - *Elymetum mollis* hat eine relativ große ökologische und standörtliche Bandbreite. Die Assoziation läßt sich in mehrere Ausbildungen untergliedern, die jeweils recht unterschiedlich aussehen.

Reinbestände von *Elymus mollis* werden hier als Initialstadien der Assoziation aufgefaßt. Man findet sie bevorzugt am seeseitigen Rand der Gesellschaft im Kontakt zur Spülsaumvegetation. Zuweilen finden sich Durchdringungen mit *Cakiletea* - Gesellschaften.

Auf Geröllstandorten mit weniger reichen Spülsaumablagerungen wurde eine Subassoziation mit *Mertensia maritima* beobachtet.

An diesen exponierten Standorten findet eine Weiterentwicklung innerhalb der Assoziation aus edaphischen Gründen kaum statt. Erst in den weiter landeinwärts liegenden, mehr oder weniger dichten *Elymus*-Beständen kann eine Bildung von Embryonaldünen eingeleitet werden. Bei weitergehendem Dünenwachstum wird die Assoziation um eine Reihe neuer Arten bereichert, die z.T. keine größeren Sandbewegungen mehr vertragen. Die Deckung von *Elymus* nimmt hier wieder etwas ab. In der Variante von *Ammophila breviligulata* schließlich dringen verstärkt Vertreter der landeinwärts folgenden *Lathyro japonici* - *Ammophiletum breviligulatae*, etwa *Lathyrus japonicus* oder *Ammophila breviligulata* selbst, in die Assoziation ein.

Das *Honckenyo robustae* - *Elymetum mollis* ist eine dauerhafte und konkurrenzstarke Phytozönose, die allerdings gegen stete mechanische Störungen wie Beweidung und Badebetrieb mit der Zeit empfindlich reagiert. Die zerstörten Bereiche werden in der Regel durch Erosion vergrößert, eine Regeneration ist außerordentlich erschwert.

Synökologie

Eine wesentliche Voraussetzung für die Bildung der Assoziation ist eine reichliche, kontinuierliche Versorgung mit marinen, organischen Ablagerungen. Wie einige Arten der auf Geröll und grobem Sand nahe am Wasser wachsenden Ausbildungen benötigt auch *Elymus mollis* selbst viel Stickstoff (vergl. auch Untersuchungen von NORDHAGEN 1940 und HEYKENA 1965). Wie

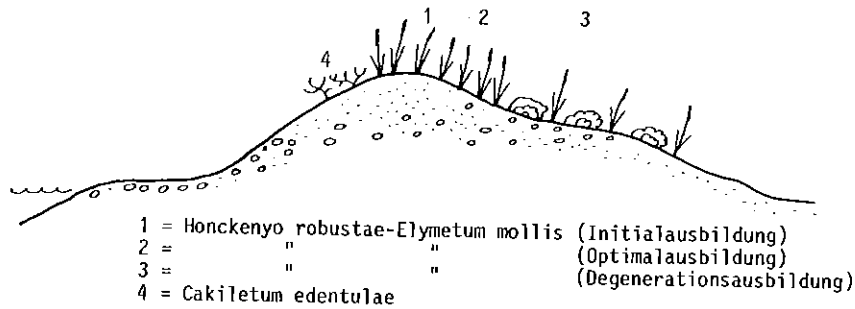


Abb.131: Schematische Darstellung der Dünenvegetation bei Chance Harbour, New Brunswick (14.8.1976)

Kulturversuche von BENECKE (1930) erbrachten, ist die Art gegenüber hohen Cl-Konzentrationen unempfindlich, also damit an die Bedingungen im Embryonaldünenbereich ausreichend adaptiert.

Elymus mollis und damit auch die Gesellschaft können auf strandferneren Primärdünen allerdings wohl nur noch so lange existieren, wie genügend Tangablagerungen vom Wind nachgeliefert werden und eine ausreichende Wasserversorgung gewährleistet ist. Werden die Ernährungsbedingungen ungünstig, dünnt die Vegetationsdecke, naturgemäß besonders auf der Leeseite der Dünen, aus (s. Abb. 131). Als Folge kann ein verstärktes Sandwandern einsetzen, was speziell von *Elymus mollis* - im Vergleich etwa zu *Ammophila breviligulata* - nicht gut vertragen wird.

Eine Bodenreifung an den Standorten der Assoziation findet so gut wie nicht statt. Es handelt sich noch um einen reinen Syrosem (Rohboden).

Synsystematik

Das *Honckenyo robustae* - *Elymetum mollis* wurde zuerst 1959 von GALIANO beschrieben. Die Phytozönose ist wohl als eine der Kernassoziationen der *Honckenyo peploides* - *Elymetea* zu bezeichnen (vergl. auch THÄNNHEISER 1978).

Dominierende und stete Art der Assoziation ist *Elymus arenarius* ssp. *mollis*, die zweite Kennart, *Honckenyo peploides* ssp. *robusta*, erreicht eine wesentlich geringere Stetigkeit und ist nicht in allen Untereinheiten vertreten.

In Tabelle 33 wurden sämtliche Aufnahmen zusammengefaßt, die bislang von dieser Assoziation zur Verfügung standen. Es konnten zwei Subassoziationen ausgeschieden werden:

Die Subassoziation von *Mertensia maritima* Thannh.

1978 bildet den nährstoffreichsten Flügel der Assoziation auf ufernahen, grobstrukturierten Böden im direkten Kontakt zum *Mertensietum maritima* e und der *Honckenyo peploides* - Gesellschaft. Die Standorte werden bei Sturmfluten noch stark überformt. Bemerkenswert ist das relativ stete Auftreten von *Senecio pseudo-arnica*.

Die Typische Subassoziation Galiano 1959 charakterisiert den mehr oder weniger strandfernen, trockeneren und nährstoffärmeren Teil der Assoziation. Sie läßt sich nach Nährstoffstufen in drei Varianten gliedern:

Die Typische Variante zeigt starke Durchdringungen mit den seewärts vorgelagerten Spülsaum - Gesellschaften. So ist z.B. *Cakile edentula* innerhalb der Assoziation in dieser Variante am stärksten angereichert.

Die Variante von *Sonchus arvensis* scheint nur lokal verbreitet zu sein. Sie wird offenbar weniger durch natürliche organische Ablagerungen aus dem Meer als vielmehr durch Beweidung und Guanotrophierung gefördert, wie etwa *Festuca rubra* und *Achillea millefolium* vermuten lassen.

Die Variante von *Ammophila breviligulata* ist auf den ärmsten und trockensten Standorten anzutreffen, die gerade noch von der Assoziation besiedelt werden können, und leitet floristisch zu dem vielfach im Kontakt stehenden *Lathyro japonici* - *Ammophiletum breviligulata* e über. Die Variante ist gegen äußere Einwirkungen empfindlich. Jedenfalls sind die größten Schäden, die im Gefolge von Beweidung und Badebetrieb auftreten, stets in dieser Variante zu finden.

Synchorologie

Elymus arenarius hat ein holarktisches Areal; in

Tab. 33 : Synthetische Assoziationstabelle von *Honckenyo robustae* - *Elymetum mollis*1 = Subass. von *Mertensia maritima*

2 = Typische Subass.

/ a=Typische Variante

b=Variante von *Sonchus arvensis*c=Variante von *Ammophila breviligulata*

	1	2a	2b	2c
Zahl d. Aufnahmen:	6	54	9	6
mittl. Artenzahl:	4	4	5	6
<u>Kennarten der Assoziation:</u>				
<i>Elymus arenarius</i> ssp. <i>mollis</i>	V ⁺⁵	V ²⁻⁵	V ²⁻⁴	V ³⁻⁴
<i>Honckenya peploides</i> ssp. <i>robusta</i>	IV ¹⁻²	II ⁺²	.	I ⁺
<u>Trennarten der Subass.:</u>				
<i>Mertensia maritima</i>	V ⁺²	.	.	.
<i>Senecio pseudo-arnica</i>	III ¹	I ^{r-2}	.	.
<u>Trennarten d. Varianten:</u>				
<i>Sonchus arvensis</i>	.	.	V ⁺²	.
<i>Oenothera muricata</i> u. <i>parviflora</i>	.	.	III ⁺¹	.
<i>Ammophila breviligulata</i>	.	.	.	V ⁺²
<i>Agropyron trachycaulon</i>	.	+	.	III ⁺¹
<u>Kennarten der höheren Einheiten:</u>				
<i>Lathyrus japonicus</i>	I ¹	III ⁺³	IV ²⁻⁴	V ¹⁻³
<u>Begleiter:</u>				
<i>Festuca rubra</i> agg.	.	I ^{r-+}	II ⁺²	I ²
<i>Viccia cracca</i>	.	+	II ⁺	III ¹
<i>Convolvulus sepium</i>	.	+	I ⁺	II ¹
<i>Poa pratensis</i>	.	r	II ^{r-1}	I ⁺
<i>Cakile edentula</i> ssp. <i>edentula</i>	I ⁺	III ^{r-1}	.	.
<i>Achillea millefolium</i>	.	II ⁺¹	I ¹	.
<i>Agropyron repens</i>	.	I ⁺²	II ⁺²	.
<i>Linaria vulgaris</i>	.	r	II ⁺	.
<i>Cirsium arvense</i>	.	r	I ⁺	.
<i>Polygonum spec.</i>	.	r	.	I ⁺
<i>Taraxacum officinale</i>	.	r	.	I ⁺
<i>Solidago spec.</i>	.	.	II ^{r-+}	.
<i>Rubus idaeus</i>	.	.	I ⁺	.
<i>Rumex pallidus</i>	.	.	.	II ⁺
<i>und andere</i>				

Nachweis der Aufnahmen (Tab. 33):

- 9 Aufnahmen, GALIANO 1959
- 2 Aufnahmen, OHBA 1976 (unveröffentlicht)
- 8 Aufnahmen, TÜXEN 1976 (unveröffentlicht)
- 66 Aufnahmen, THANNHEISER 1975 und 1976 (unveröffentlicht).

Nordeuropa wächst die ssp. *arenarius*, in Nordamerika und Ostasien die ssp. *mollis*.

Das *Honckenyo robustae* - *Elymetum mollis* ist im borealen Bereich Nordamerikas weit verbreitet. In Nordkanada wird die Assoziation durch das *Honckenyo diffusae* - *Elymetum mollis* Thannh. 1975, im temperaten Bereich durch das *Lathyro japonici* - *Ammophiletum breviligulatae* Galiano 1959 abgelöst.

Die Subassoziation von *Mertensia maritima* und die Typische Variante der Typischen Subassoziation sind im gesamten ostkanadischen Untersuchungsgebiet anzutreffen. Die Variante von *Sonchus arvensis* scheint auf den Südtteil der Gaspé Peninsula und den nördlichen Teil von Newbrunswick beschränkt zu bleiben. Die Variante von *Ammophila breviligulata* ist nur im Verbreitungsgebiet der namengebenden Art anzutreffen.

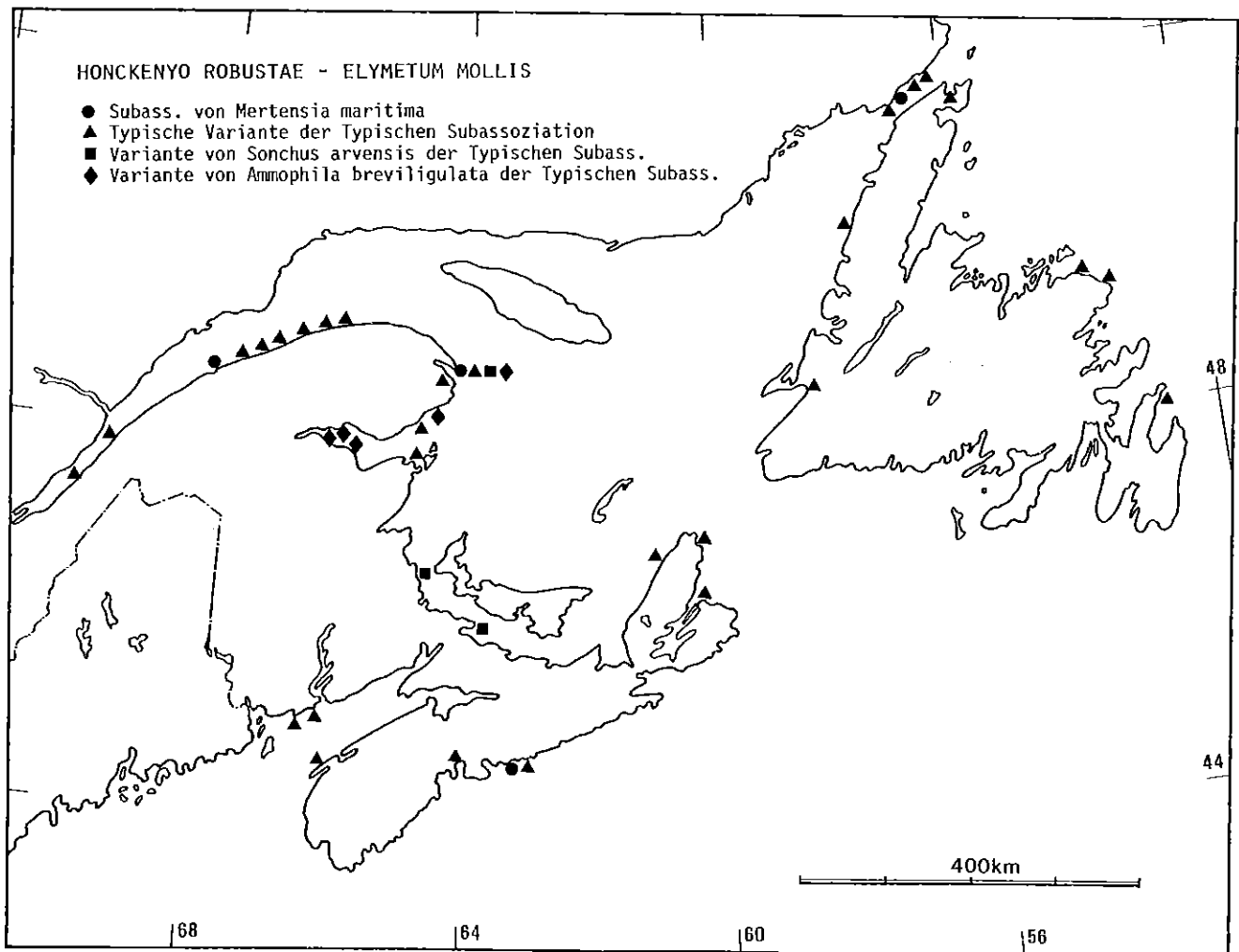


Abb. 132: Verbreitung des *Honckenyo robustae* - *Elymetum mollis*

4. *Lathyro japonici - Ammophiletum breviligulatae*
 Galiano 1959
 (Syn.: *Ammophiletum dumetorum* Dansereau 1959)

Physiographie und Physiognomie

Das *Lathyro japonici - Ammophiletum breviligulatae* ist die Dünenassoziation schlechthin. Sie besiedelt in erster Linie feinen, lockeren, noch unbefestigten Sand. Die Wuchsorte sind vor allem im Bereich ausgedehnter Primär- und Sekundärdünenkomplexe zu finden, zuweilen auch noch in zerstörten, abgetragenen Tertiärdünen. *Ammophila breviligulata* ist die bestandsbildende Art in der Assoziation. Die Fähigkeit, sich äußerst rasch und intensiv vegetativ zu vermehren, macht die Art zu dem wichtigsten Dünenbildner. Für ein optimales Wachstum benötigt sie sogar eine permanente Übersandung. Da die Wuchsdichte vielfach etwas schütter ist, gibt es auch auf naturnahen Dünen stets offene Sandflächen, von denen aus eine Substratumlagerung stattfinden kann.

Die sandbindende Fähigkeit der Assoziation ist so extrem, daß sich meterhohe und vielfach viele Kilometer lange Dünenketten bilden können. Selbst an gestörten Küsten, wo entweder aus geänderten Strömungsverhältnissen des Meeres oder wegen anthropogener Eingriffe die ideale Dünenabfolge von Embryonaldünen bis Tertiärdünen nicht vorhanden ist, kann das *Lathyro japonici - Ammophiletum breviligulatae* immer noch verhindern, daß sich die Weißdünen als Wanderdünen in Bewegung setzen. Diesen Umstand hat

man - zumindest in Europa, wo auf der Kurischen Nehrung bereits seit 1797 Vordünen mit *Ammophila* und anschließend mit Bergkiefer erfolgreich befestigt wurden - ausgenutzt; nur daß in Europa die korrespondierende Art *Ammophila arenaria* zum sogenannten Faschinenverbau verwendet wird. In Nordamerika sind erste Versuche in dieser Richtung angelaufen (Cavendish Beach, Prince Edward Island), wo mit *Ammophila breviligulata* - Stecklingen versucht wird, die Dünen festzulegen.

Syndynamik

Das *Lathyro japonici - Ammophiletum breviligulatae* hat ebenso wie das *Honckenyo robustae - Elymetum mollis* eine breite ökologische Amplitude. Dies mag bei beiden Assoziationen damit zu begründen sein, daß die von ihnen besiedelten Küsten sich noch stark umformen und so nur sehr wenigen Arten günstige Besiedlungsmöglichkeiten bieten. Diese Arten nehmen dann, weitgehend konkurrenzlos, den gesamten Raum ein.

Das *Lathyro japonici - Ammophiletum breviligulatae* läßt sich in verschiedene, floristisch voneinander abweichende Untereinheiten aufgliedern. Die Typische Subassoziation steht in der Regel auf den Luvseiten der Dünen, sie bildet in verschiedenen Varianten die Optimalphase der Assoziation. Die Subassoziation wächst in unmittelbarer Strandnähe im engen Kontakt mit Spülsaum - Gesellschaften bzw. siedelt auf den mittleren und hohen Dünen.

Die Degenerationsphase der Assoziation wird von der Subassoziation von *Carex silicea* in mehreren Varianten

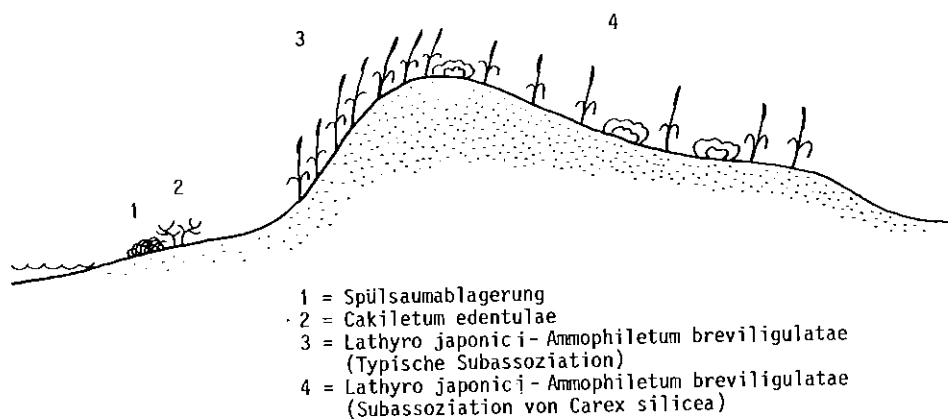


Abb. 133 : Schematische Darstellung der Dünenvegetation bei Côte St. Anne, New Brunswick (25.8.1976)

ten gebildet. Diese Subassoziation besiedelt vorwiegend die Leeseiten der Weißdünen (s. Abb. 133), wo nicht mehr so starke Sandbewegungen stattfinden. In den Varianten von *Solidago bicolor* und *Campanula rotundifolia* zeigt sie bereits eine Reihe meso- und oligotropher Arten, die zu den Gesellschaften der Tertiärdünen überleiten.

Synökologie

Ammophila breviligulata verträgt im Wurzelbereich kein Chlorid. Schon eine Cl-Konzentration von mehr als 1 % wird nicht mehr toleriert, wie HEYKENA (1965) an der europäischen *Ammophila arenaria* feststellte. Gewöhnlich stellt sich *Ammophila breviligulata* aus diesem Grunde erst im Gefolge von *Elymus arenarius* ssp. *mollis* ein, wenn der Sand durch Regen weitgehend ausgewaschen ist und - in ausreichender Entfernung vom Meer - das kapillar aufsteigende Wasser aus einem Süßwasserkissen gespeist wird (ELLENBERG 1978). Gegen Salzspray schützt sich die Art durch Einrollen der Blätter (MARTIN 1959).

Ammophila breviligulata ist ziemlich nährstoffbedürftig. Sie benötigt in erster Linie größere Mengen an Stickstoff, Phosphor und Kali, jedoch offenbar weniger Kalk (ELLENBERG 1963, MÜLLER 1975). In Strandnähe und auf den Luvseiten der Dünen reicht speziell die Stickstoffversorgung infolge der jeweils frisch anwehenden organischen Substanzen offenbar aus. Sobald die N- und P-Nachlieferung wegen zu großer Entfernung zum offenen Wasser entfällt und zusätzlich die Sandbewegung nachläßt - etwa im Lee der Dünen - vermindert *Ammophila* ihre Zuwachsleistung und wird schließlich durch Arten der landeinwärts anschließenden Gesellschaften abgelöst.

Synsystematik

Das *Lathyro japonici* - *Ammophiletum breviligulatae* wurde von GALIANO (1959) aus Ostkanada beschrieben und dem *Ammophilion breviligulatae* Galiano 1959 innerhalb der *Ammophiletalia breviligulatae* Galiano 1959 zugeordnet.

In dieser Bearbeitung sollen bis zur weiteren Klärung die *Ammophiletalia* in die Klasse *Honckenyo - Elymetea arenarii* Tüxen 1966 (vergl. p. 143 f.) gestellt werden.

In der synthetischen Tabelle 34 wurden alle bisher verfügbaren Aufnahmen dieser Assoziation aus Nordamerika zusammengefaßt. Ein Teil der von GALIANO (1959), GRANDTNER (1976, 1977) und LAMOUREUX et GRANDTNER (1977) publizierten Aufnahmen sind sehr komplex und wurden daher nicht berücksichtigt.

Es werden 2 Subassoziationen vorgestellt:

Die Typische Subassoziation Thannh. 1978 bildet den artenärmeren Flügel der Assoziation auf nährstoffreichen Sanden, der den ganzen Bereich von den Spülsäumen bis auf die Weißdünen einnimmt. Sie läßt sich in drei unterschiedlich nährstoffbedürftige Varianten untergliedern:

Die Typische Variante ist wohl am weitesten verbreitet und am großflächigsten ausgebildet.

Die Variante von *Artemisia stellariana* wächst auf ähnlichen Standorten wie die typische Variante. *Artemisia stellariana* ist in Kanada eine verwilderte, ursprünglich aus Asien stammende Gartenpflanze. Nach Beobachtungen von OHBA, MIYAWAKI und TOXEN (1973) in Japan wird dort die Art durch Eutrophierung infolge Beweidung gefördert. Ähnliche Beobachtungen gibt es aus Kanada noch nicht. Doch ist es an den Dünenstandorten viel wahrscheinlicher, daß *Artemisia stellariana* durch organische Ablagerungen aus dem Meer gefördert wird. Wie stark die Standorte der beiden Varianten eutrophiert werden, zeigt das Auftreten von *Cakile edentula*.

Die Variante von *Festuca rubra* besiedelt die oberen Bereiche der Sekundärdünen. Zusammen mit *Ammophila breviligulata* und *Lathyrus japonicus* bildet *Festuca* eine recht dichte Vegetationsdecke. *Ammophila breviligulata* zeigt an diesen Standorten bereits einen reduzierten Blütenansatz.

Auf Dünenkuppen und mehr noch an den Leeseiten der großen Weißdünen wird die Typische Subassoziation durch die Subassoziation von *Carex silicea* Thannh. 1978 abgelöst. Voraussetzung dazu sind die abnehmende Sandumlagerung an windgeschützten Standorten und die nachlassende Stickstoffnachlieferung. Beides bewirkt, daß die bestandsbildende Art *Ammophila* ihre vegetative Ausbreitung stark einschränkt und zunehmend konkurrenzschwach wird. Eine Reihe neuer Arten mit geringeren Nährstoffansprüchen, die gegen Übersandung jedoch sehr empfindlich reagieren, wandern aus den Grau- bzw. Tertiärdünen ein. Die Standorte stehen nicht mehr unter dem Einfluß des Salzsprays und werden durch Auswaschung ausgesprochen oligotroph und sauer. *Carex silicea* tritt in der Subassoziation stet, aber nie mit größerer Deckung auf.

Die ökologische Breite der einzelnen Varianten ist bislang nicht untersucht. Sie unterscheiden sich jedoch floristisch in den jeweils dominant auftretenden

Tab. 34 : Synthetische Assoziationstabelle von *Lathyro japonici* - *Ammophiletum breviligulatae*

1 = Typische Subassoziation

1a = Typische Variante

1b = Variante von *Artemisia stellariana*1c = Variante von *Festuca rubra*2 = Subassoziation von *Carex silicea*2a = Variante von *Festuca rubra*2b = Variante von *Agropyron repens*2c = Variante v. *Solidago bicolor*2d = Variante v. *Campanula rotundifolia*

Spalte:	1a	1b	1c	2a	2b	2c	2d
Zahl der Aufnahmen:	85	13	28	6	7	6	7
Mittlere Artenzahl:	3	4	5	5	6	7	10
<u>Kennarten der Assoziation:</u>							
<i>Ammophila breviligulata</i> v.	V ²⁻⁵	V ²⁻⁵	V ²⁻⁵	V ³⁻⁴	V ²⁻⁵	V ²⁻⁴	V ⁴
<i>Lathyrus japonicus</i>	III ⁺⁴	II ⁺²	IV ²⁻⁴	IV ¹⁻³	IV ⁺²	V ²⁻³	II ⁺
<u>Trennart der Subass.:</u>							
<i>Carex silicea</i>	.	.	.	V ⁺¹	V ⁺²	V ⁺¹	V ⁺²
<u>Trennarten d. Varianten:</u>							
<i>Artemisia stellariana</i>	.	V ⁺²	.	.	.	V ⁺¹	.
<i>Festuca rubra</i> agg.	.	.	V ⁺²	V ^{x-2}	.	V ⁺¹	.
<i>Agropyron repens</i>	.	.	.	.	IV ⁺¹	.	.
<i>Solidago bicolor</i>	r	.	.	.	.	V ⁺¹	.
<i>Juniperus communis</i>	.	.	.	.	.	V ⁺²	.
<i>Oenothera parviflora</i>	+	.	I ⁺¹	I ⁺	.	V ⁺	III ⁺¹
<i>Smilacina stellata</i>	+	.	II ⁺²	II ⁺	.	V ²	.
<i>Deschampsia flexuosa</i>	.	.	.	.	I ⁺	IV ⁺¹	.
<i>Campanula rotundifolia</i>	.	.	.	.	.	.	V ⁺¹
<i>Cladonia mitis</i>	.	.	.	.	.	.	V ⁺¹
<i>Anaphalis margaritacea</i>	.	.	.	.	.	.	III ⁺¹
<i>Cladonia coccifera</i>	.	.	.	.	.	.	III ^{x+}
<i>Cladonia delisei</i>	.	.	.	.	.	.	III ^{x+}
<i>Cladonia cornuta</i>	.	.	.	.	.	.	III ^{x+}
<u>Begleiter:</u>							
<i>Achillea millefolium</i>	I ⁺²	.	II ^{x-2}	III ⁺¹	III ⁺¹	.	III ⁺¹
<i>Sonchus arvensis</i>	I ⁺¹	+	I ^{x-1}	I ¹	III ¹	.	IV ^{x+}
<i>Oenothera muricata</i>	I ⁺¹	r	r	II ¹	III ⁺	.	.
<i>Solidago sempervirens</i> u.spec.	I ⁺¹	I ⁺¹	I ⁺¹	II ⁺¹	I ⁺	I ⁺	.
<i>Myrica pennsylvanica</i>	r	+	I ⁺¹	.	I ⁺	III ⁺¹	.
<i>Poa pratensis</i> u.spec.	+	+	r	.	II ¹	I ¹	.
<i>Cakile edentula</i> ssp.edentula	II ^{x-2}	II ⁺²	.	.	.	.	.
<i>Taraxacum</i> spec.	.	+	+	.	.	II ⁺	.
<i>Leontodon autumnalis</i>	.	.	.	.	.	II ⁺	.
<i>Juniperus horizontalis</i>	.	.	.	.	.	II ⁺	.
<i>Juncus balticus</i> var.litoralis	.	.	.	.	I ³	.	.
<i>Bryum</i> spec.	.	.	.	.	.	.	II ⁺¹
<i>Fragaria</i> spec.	.	.	.	.	.	.	II ¹⁻²
<i>Polytrichum</i> spec.	.	.	.	.	.	.	II ¹
<i>Cladonia rangiferina</i>	.	.	.	.	.	.	II ⁺¹
<i>Potentilla tridentata</i>	.	.	.	.	.	.	II ⁺
<i>Cerastium</i> spec.	.	.	.	.	.	.	II ^{x+}
und andere	.	.	.	.	.	.	II ^{x+}

Nachweis der Aufnahmen (Tab. 34):

- 33 Aufnahmen, GRANDTNER 1976,1977; LAMOUREUX & GRANDTNER 1977
 27 Aufnahmen, GALIANO 1959
 7 Aufnahmen, OHBA 1976 (unveröffentlicht)
 3 Aufnahmen, TÜXEN 1976 (unveröffentlicht)
 81 Aufnahmen, THANNHEISER 1975,1976 (unveröffentlicht)

den Arten und durch unterschiedliche Artenzahlen.
 Ihre Standorte werden stufenweise saurer. In der
 abbauenden Variante von *Campanula rotundifolia* tre-
 ten diverse Flechten und Moose auf.
 Weitere ausgeschiedene Varianten sind: Variante von

Festuca rubra, *Agropyron repens* und *Solidago bi-*
color.

Von dem Übergangsbereich zwischen *Lathyro*
japonici - *Ammophiletum bre-*

veligulatae und den zwergstrauchreichen Beständen der alten, landeinwärts folgenden Dünen von Gaspé Peninsula und den Iles de la Madeleine hat GRANDTNER (1976 und 1977) einige Einheiten vorgestellt, die bei der eigenen Bearbeitung der jungen Dünen nicht mehr mit erfaßt wurden:

- Ammophiletum breviligulatae,
 - Subassoziation von *Hudsonia tomentosa*
 - Subassoziation von *Vaccinium angustifolium*
 - Subassoziation von *Myrica pensylvanica*
- sowie ein Ammophilo breviligulatae - Coremetum conradi.

Synchorologie

Die Assoziation ist an feinsandreiche Küsten mit einem relativ ausgeglichenen, wintermilden Klima gebunden. Sie ist daher im Untersuchungsgebiet nur an den Außenküsten und im Bereich des äußeren Gulf of St. Lawrence anzutreffen. Ihr Areal schließt

sich somit weitgehend mit dem des Honckeyno robustae - Elymetum mollis aus. Es gibt jedoch eine Reihe von Fundpunkten, an denen beide Assoziationen gemeinsam angetroffen wurden und wo sie dann in der Regel auch in der typischen Zonierung auftraten.

Die häufigste Ausbildung der Assoziation im Untersuchungsgebiet ist die Typische Variante der Typischen Subassoziation. Die Variante von *Artemisia stellariana* der Typischen Subassoziation wurde nur auf Cape Breton Island, den Iles de la Madeleine und im östlichen Newbrunswick angetroffen. Die Subassoziation von *Carex silicea* ist - bis auf eine Ausnahme - auf den Gulf of St. Lawrence beschränkt (Abb. 134).

Über die weitere Verbreitung des *Lathyro japonici* - *Ammophiletum breviligulatae* liegen bislang keine Angaben vor. Es kann jedoch als sicher gelten, daß die Assoziation im Bereich des Gulf of St. Lawrence aus klimatischen Gründen die Nordgrenze ihres Areals erreicht.

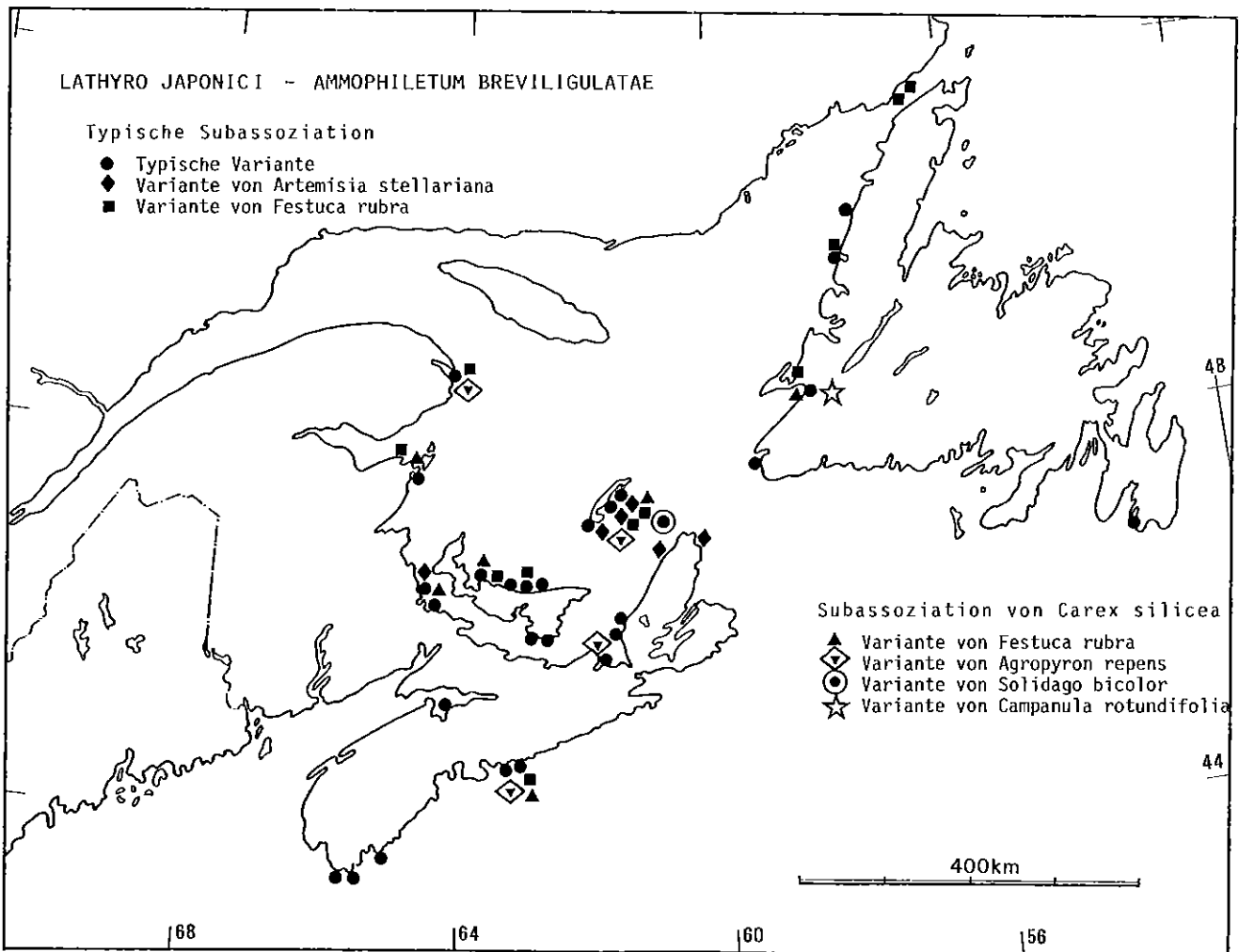


Abb. 134: Verbreitung des *Lathyro japonici* - *Ammophiletum breviligulatae*

F. DIE VEGETATION DER MEERESSPOLSKUME

I. Allgemeine Betrachtung

1. Physiographie

Im Herbst und Frühwinter hinterläßt das Meer nach Stürmen auf dem Strand oberhalb der MHW-Linie Spülsäume aus Tang, Seegras, Holz und Resten der Meeresfauna. Die Wälle dieser Ablagerungen zeigen als Flutmarken die Höhe der vorhergehenden Sturmflut an. Infolge der unterschiedlichen Stärke winterlicher Hochfluten sind sie meist in unregelmäßigen Abständen perlschnurförmig strandparallel angeordnet. Verteilung und Größe der Wälle variieren stark; sie können auf exponierten Strandpartien fehlen, während in geschützten Buchten zuweilen meterhohe und -breite Aufhäufungen zu finden sind.

Eine Wallbildung findet nur auf geeigneten Standorten statt, unabhängig vom Material des Untergrundes. Auf den fast horizontalen Marschenböden dagegen sind Spülsaumablagerungen in konzentrierten Gürteln sehr selten anzutreffen, das organische Material wird eher gleichmäßig in breiten Zonen über die ganze Marsch verteilt.

Die Zusammensetzung der Spülsaumablagerungen variiert zuweilen schon auf kurzer Entfernung stark. Je nach Wind- und Strömungsverhältnissen und nach Materialangebot kann sich der Spülsaum der einen Bucht von dem der nächsten grundlegend unterscheiden. In Ostkanada besteht der größte Teil der Ablagerungen aus Seegras und Meeresalgen, daneben sind in frischen Ablagerungen die Gehäuse und Schalen der Meeresrestiere zu einem höheren Prozentsatz vertreten. Zu

erwähnen sind noch die Anschwemmungen aus Holz und unverrottbarem Plastikmaterial. Letzteres bietet Jungpflanzen besonders dauerhaften Windschutz.

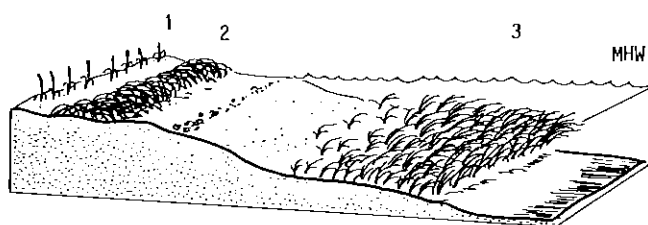
2. Physiognomie

Die Ablagerungen der Spülsäume setzen sich, wie erwähnt, aus unterschiedlichem Substrat zusammen. Die weitesten und höchsten Flutmarken werden von Seegraswällen (*Zostera marina* und *Ruppia maritima*) gebildet, da diese Pflanzen ein sehr geringes Gewicht besitzen und leicht vom Seewasser transportiert werden können. Die tiefer liegenden Spülsäume werden aus Algen aufgebaut, die schwerer zu transportieren sind. Natürlich können durch extreme Sturmfluten Abweichungen von dieser sehr schematisch wiedergegebenen Abfolge eintreten.

Das Alter der Spülsäume ist rein physiognomisch schon leicht zu erkennen: Die älteren Ablagerungen sind niedriger, das organische Material ist stärker in Zersetzung begriffen. Oft bestehen die Spülsäume jedoch aus einem Gemisch aus frischem Meeresmaterial und den Resten alter Ablagerungen, die nur strandaufwärts verlagert wurden (Abb. 135).

Auf den organischen Ablagerungen sind die Lebensbedingungen für Pflanzen durch das reichere Nährstoffangebot verbessert, so daß es zu einer großen Artenvielfalt kommt, die die physiognomische Einförmigkeit auf dem Vorstrand mildert.

Auf dem mit organischem Angespül vermischten Sand nahe der Gezeitenzone, in einer Höhe von 20 cm bis 1 m, sind die Pflanzengesellschaften meist artenarm. Auf den weiter landeinwärts folgenden und über 1 m hoch liegenden Sand- und Kiesstränden entwickelt sich ein fragmentarischer Gürtel aus mehreren som-



- 1= *Honckenyo robustae* - *Elymetum mollis*
 2= Spülsaumablagerungen (*Zostera marina*)
 3= lebende *Zostera marina*-Pflanzen unter der mittleren Hochwasserlinie

Abb. 135 : Schematische Darstellung der Vegetationszonierung am Strand

merannuellen Phytozönosen auf übersandeten Tangresten. Die eigentlichen Spülsaumablagerungen aus Seegras und Tang werden meist von einer üppigen Therophytenvegetation besiedelt. Selbst Strandwälle aus grobem Geröll können durch solche organischen Ablagerungen vereinzelt von nitrophytischen Arten besiedelt werden (s. Abb. 164 im Anhang). Da bei den Wuchsorten die Verteilung des Substrates wechselt, ist die Zusammensetzung der Vegetation entsprechend uneinheitlich. Es tritt oft ein bunter Wechsel der verschiedensten Gesellschaftsfragmente auf.

Die Arten der Spülsaumvegetation sind salztolerant und besonders stickstoffbedürftig.

3. Syndynamik

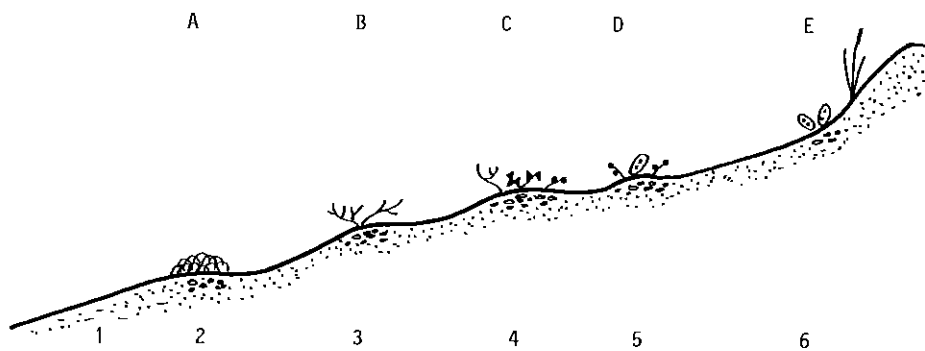
Der Vorstrand ist - bedingt durch seine exponierte Lage - für Gefäßpflanzen lebensfeindlich. Überflutung und Umlagerung der Böden schränken die Zahl

der möglichen Besiedler stark ein. Ebenfalls von großer Bedeutung, zumindest in nördlichen Breiten, ist der winterliche Eisgang.

Ähnlich wie bei den Seemarschen trifft man daher an den Vorstränden und somit auf den Spülsäumen sehr häufig einartige Bestände, deren Individuenzahl allerdings groß sein kann. Es handelt sich fast ausnahmslos um sommerannuelle Arten. Daher erscheinen auch ihre Gesellschaften nur während der Vegetationsperiode, überwintern als Samen und kommen im nächsten Frühjahr unter Umständen an völlig anderen Stellen wieder, je nachdem, wohin die winterlichen Sturmfluten und Eisränder die Tangwälle verlagert haben.

Die Phytozönosen lassen sich als eine Sonderform der Dauergesellschaften betrachten, die zum einen Pioniercharakter haben und sich zum andern durch sporadisches Auftreten an immer wieder neuen Standorten auszeichnen, nach TOXEN (1962) migratorische Dauer-Pioniergesellschaften. Die Bestände stellen gleichzeitig auch Schlußgesellschaften dar, da unter

- A = einzelne Therophyten (juv.)
- B = Cakiletum edentulae (Initial- u. Optimalausbildung) Atriplex-Gesellschaftsfragmente
- C = Cakiletum edentulae (Deg.-Ausbild.) Salsola kali-Gesellschaft Atriplex-Gesellschaften
- D = Atriplex- u. Polygonum-Gesellschaften
- E = Polygonum-Gesellschaftsfragmente



- 1 = vegetationsloser Vorstrand
- 2 = untere Flutmarke aus frischen Tangablagerungen an der MHW-Linie
- 3 = mittlere Flutmarke aus Tang- und Seegrasablagerungen an der SPHW-Linie (frisches u. altes organisches Material kaum von Sand überweht)
- 4 = oberste Flutmarke aus Seegrasablagerungen bei extremen winterlichen Sturmfluten (EHW) entstanden (verrottendes organisches Material vom Sand überweht).
- 5 = Eisschubmarke aus alten Tang- und Seegrasablagerungen durch Eispressungen entstanden
- 6 = Windmarke aus Seegrasanwehungen vor Dünen

Abb. 136 : Schematische Darstellung der Vegetationszonierung von ostkanadischen Meeresspülsäumen

normalen Umständen und aufgrund der besonderen Situation eine Sukzession nicht erfolgt.

Die Wälle mit organischem Spülsaummaterial sind im ersten Jahr vielfach vegetationsfrei, da sie erst einen intensiven Gärungs- und Zersetzungsprozess durchlaufen müssen, ehe sie, vermischt mit Flugsand und Schlick, ein geeignetes Keimbett abgeben. Zuweilen können jedoch solche aus organischem und anorganischem Material aufgebauten Spülsäume schon im ersten Jahr von halo-nitrophytischen Arten besiedelt werden.

Im Frühjahr treten vielfach in großen Mengen Keimlinge auf, sterben jedoch oft bereits im Jugendstadium wieder ab. Die Überlebenden Exemplare entwickeln sich im Sommer üppig und zeichnen sich durch eine hohe Samenproduktion aus.

In der idealisierten Höhenzonierung läßt sich eine schematische Abfolge der einzelnen Gesellschaften erkennen (Abb. 136). Auf den höher gelegenen Teilen des Strandes liegen die ältesten und trockensten Spülsäume, die von *Polygonum*-Gesellschaften besiedelt werden. Auf den tiefer gelegenen Strandpartien oberhalb der MMW-Linie wächst das einartige *Caikiletum*, und im Bereich des Springtidenhochwassers kommen auf Tangresten die *Atriplex*-Gesellschaften vor.

In der Regel haben die Spülsaumablagerungen nur eine geringe Breite, somit sind auch die Gesellschaften nie ausgedehnt.

Vielfach werden die organischen Ablagerungen am Strand vom Wind verdriftet oder durch Eisgang auf Strandbereiche verschoben, die normalerweise kein Hochwasser mehr erreicht. So findet man am Fuß von Weißdünen auf Seegras oder Tang bisweilen die gleichen Spülsaumgesellschaften wie bereits am Ufer (Abb. 136).

Alte Spülsäume werden mit der Zeit von mehrjährigen Arten besiedelt, sofern sie weit genug vom Ufer entfernt liegen. In Ostkanada ist dies häufig *Potentilla egedii*.

Als Sonderform der Spülsäume kann man die wulstartig um Tümpel in den Seemarschen angeordneten Fadenalgen-Auswürfe betrachten. Die Algen werden vermutlich entweder durch den Wind an die Ufer getrieben oder, wahrscheinlicher, da die Wälle keine Exposition zeigen, durch winterlichen Eisdruck hochgepreßt.

4. Synökologie

Nach ERNST (1969) sind die Salzgehalte in den europäischen Spülsaumgesellschaften nicht hoch und ihre Arten daher nicht eigentlich halophil; sie besitzen in der Regel nur eine geringe Salztoleranz. Messungen in Spülsaumgesellschaften auf Newfoundland ergaben vergleichbare Verhältnisse.

Im Gros Morne National Park wurden Salzkonzentrationen von 2 % im Bodenwasser festgestellt. Geringere Werte (0,3 bis 1,8 % NaCl) wurden von DAHL und HADAC (1941) am Oslofjord gemessen.

Mit dem Salzgehalt des Bodens hängt auch die Sukkulenz vieler Spülsaumarten zusammen, wie Untersuchungen von STEINER (1934) und GESSNER (1957) beweisen. Das Wurzelsystem der Arten ist nur flach ausgebildet und geht selten tiefer als 10 cm, da die Standorte ja ausreichend durchfeuchtet sind (vergl. FUKAREK 1969).

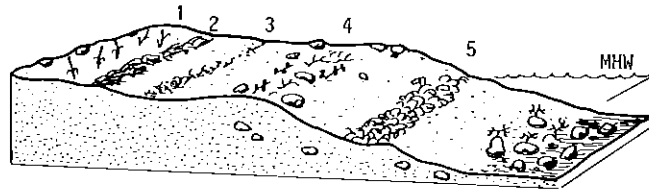
Die Spülsäume verrotten aufgrund des Feuchtigkeitgehaltes rasch, so daß es zu lokalen Anreicherungen von Stickstoff, Phosphor, Kalium, Calcium und Jod kommt. Die Spülsaumarten zeichnen sich durch die Fähigkeit zur Speicherung und Verarbeitung großer Nitratmengen aus (KRAUSE 1958). Das reiche Angebot an verfügbaren Stickstoffverbindungen erlaubt offensichtlich eine stärkere Artenentfaltung als die noch extremeren und stärker auslesenden reinen Salzstandorte (TOXEN 1973), so daß an derartigen Standorten der Individuenreichtum ab- und der Artenreichtum zunimmt. Die Stickstoffmengen werden im Laufe des Frühjahrs und Frühsommers schnell wieder ausgewaschen (GEHJ 1969, ERNST 1969, EIGNER 1973), was möglicherweise mit zum Absterben eines Teiles der Keimlinge beiträgt.

Die Verbreitung nitrophytischer Sippen am Strand wird durch Guanotrophierung zusätzlich gefördert.

Außerdem wurden im ostkanadischen Untersuchungsgebiet vereinzelt Ruderalpflanzen und Ackerunkräuter auf den Spülsäumen beobachtet, die wahrscheinlich als Samen von Möwen verbreitet wurden (vergl. ISHIZUKA 1966, RUNGE 1977).

5. Synsystematik

Die weit auseinander wachsenden Individuen, die perl-schnurartig den Verlauf eingesandeter Spülsäume anzeigen (s. Abb. 137), können eigentlich kaum als eine Assoziation angesprochen werden. Aber da sich immer wieder die gleichen Arten zu Beständen von echten Phytözönosen zusammenschließen, zeigen sie damit durch-



- 1 = Elymus arenarius ssp. mollis-Zone
- 2 = alte Spülsaumablagerungen
- 3 = Mertensia-Honckenya-Zone
- 4 = Spülsaumgesellschaften
- 5 = junge Spülsaumablagerungen (ohne Gefäßpflanzen)

Abb. 137: Schematische Darstellung der Vegetationszonierung an einem Sand- und Geröllstrand

aus die wichtigste Voraussetzung für eine Bewertung als Assoziation (TOXEN 1973).

Die kurzlebigen migratorischen Dauer - Pioniergesellschaften der Meeresspülsaume werden in der Klasse Cakiletea Tüxen et Preisling 1950 vereinigt; sie sind gut von den perennierenden Initialgesellschaften der Klasse Honckenyo - Ely-

metea zu unterscheiden. In den vorderen Dünenbereichen kann zeitweilig eine migrierende, therophytische Pioniergesellschaft die Gesellschaften der Honckenyo - Elymetea überlagern (TOXEN 1975).

Bei den nitrophilen Spülsaumgesellschaften entwickeln sich normalerweise keine Sukzessionsreihen, die zu Klimaxgesellschaften führen. Ansätze von echten (al-

Tab. 35 : Stetigkeitstabelle zur Klassifikation der ostkanadischen Spülsaum-Gesellschaften

Klasse:	← Cakiletea maritima →														
Ordnung:	Thero-Suaedetalia edentulae			Cakiletales										?	Agropyro-Rumicion crispi
Verband:	Thero-Suaedion edentulae			Cakilion edentulae										?	
Nr. d. Ass. oder d. Ges.:	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	
Zahl d. Aufnahmen:	9	35	5	2	2	3	2	3	9	2	2	5	5	20	

Kennarten d. Ass. u. Ges.:

Suaeda maritima ssp. ma.	V ³⁻⁵													
Cakile edentula ssp. ed.	V ³⁻⁴													
Salsola kali	I ⁺¹													
Atriplex franktonii	2 ³⁻⁵													
" acadiensis	2 ³⁻⁴													
" glabriuscula	3 ⁴⁻⁵													
" laciniata	2 ³⁻⁴													
" praecox	3 ³⁻⁴													
" subspicata	V ³⁻⁵													
Polygonum boreale	2 ⁵													
" heterophyllum	2 ³													
" raji	V ³⁻⁴													
" fowleri	V ³⁻⁴													
Potentilla egedii	V ⁴⁻⁵													

Kennarten d. höh. Einheit:

Atriplex Sekt. teutliop.	I ¹	II ⁺¹	IV ⁺²				2 ⁺¹	1 ²	1 ²		I ¹	2 ²	2 ⁺¹	II ⁺¹	II ¹⁻²	
Atriplex cfr. prostrata							2 ⁺¹				I ¹	2 ²	2 ⁺¹	III ¹	II ⁺	
Suaeda spec.					1 ²						II ¹					

und andere

- 1 = Suaedetum maritimae
- 2 = Cakiletum edentulae
- 3 = Salsola kali-Ges.
- 4 = Atriplex franktonii-Ges.
- 5 = Atriplex acadiensis-Ges.
- 6 = Atriplex glabriuscula-Ges.
- 7 = Atriplex laciniata-Ges.
- 8 = Atriplex praecox-Ges.
- 9 = Atriplex subspicata-Ges.
- 10 = Polygonum boreale-Ges.
- 11 = Polygonum heterophyllum-Ges.
- 12 = Polygonum raji-Ges.
- 13 = Polygonum fowleri-Ges.
- 14 = Potentilletum egedii

logenen) Sukzessionsreihen bis zu den Dünengesellschaften sind zwar angedeutet, aber nicht eindeutig nachgewiesen. Bei der Benennung der Spülsaumvegetation erscheint es daher angebracht, die Begriffe 'Ausbildung' und 'Zone' dem Begriff 'Phase' vorzuziehen, da bei den ephemeren *Cakiletea*-Assoziationen keine eigentliche Dynamik besteht.

Von der ostkanadischen Spülsaumvegetation konnten 3 Assoziationen und 11 Gesellschaften beschrieben werden (Tab. 35). Bis auf das *Potentillium egedii* sind alle Phytozönosen einjährig und der Klasse *Cakiletea maritima* e Tüxen et Preisling 1950 zuzuordnen.

Das *Cakiletum edentulae* ist mit 35 Aufnahmen die bisher am besten bekannte Assoziation der Spülsaumvegetation (vergl. auch GRANDTNER 1974, 1976).

Das Aufnahmematerial der *Atriplex*- und *Polygonum*-Gesellschaften ist noch zu gering, um Assoziationen aufstellen zu können. Eine Einordnung dieser Einheiten in Verbände und Ordnungen ist daher zur Zeit nicht möglich. Die Zuordnung zur Klasse *Cakiletea* jedoch kann als sicher gelten.

Die ausdauernde Assoziation *Potentillium egedii* wird bis zur endgültigen Klärung dem Verband *Agropyro-Rumicison crispum* eingegliedert, was für den ostkanadischen Raum jedoch eine unbefriedigende Lösung darstellt.

6. Synchorologie

Die hier vorgestellten nitrophytischen Gesellschaften der Klasse *Cakiletea* sind in Ostkanada an Spülsäume gebunden. Sie sind häufig auf Sand- und Kiesstränden anzutreffen, jedoch weniger auf Geröllstränden oder in Salzmarschen, wo nur vereinzelt Arten dieser Phytozönosen vorkommen.

Spülsäume und damit die sie besiedelnden Gesellschaften können praktisch im gesamten ostkanadischen Untersuchungsgebiet vorkommen. Unterschiede in der Vegetation ergeben sich nur durch die von-

einander z.T. abweichenden Areale der bestandsbildenden Arten.

Das *Cakiletum edentulae* ist am weitesten in Ostkanada verbreitet.

Auffallend ist das isolierte Vorkommen der *Atriplex*-Gesellschaften im Gulf of St. Lawrence. Die *Polygonum*-Gesellschaften zeigen im Gegensatz dazu ein größeres Verbreitungsgebiet.

Das *Suaedetum maritima* e ist auf die südlichen Provinzteile beschränkt, die *Salsola kali*-Gesellschaft wurde nur in einem einzigen isolierten Vorkommen auf W-Newfoundland beobachtet.

Die ausdauernde Spülsaum-Gesellschaft *Potentillium egedii* ist auf vielen Salzmarschen im gesamten Untersuchungsgebiet vertreten.

7. Wirtschaftliche Bedeutung

Die Spülsaumablagerungen spielten in Ostkanada früher für die Bauern eine größere Rolle. Der Tang wurde verbrannt und als Aschedüngung auf die Felder gebracht. Heute wird Algenmaterial als Dünger für die kleinen Kartoffeläcker benötigt, da gerade die Kartoffeln sehr viel Kalium und Stickstoff brauchen, der aus Moränenablagerungen und Dünensand bestehende Boden aber sehr nährstoffarm ist. 1975 und 1976 konnte in N-Newfoundland beobachtet werden, daß nahezu sämtliche Kartoffel- und Hackfruchtäcker mit Algenmaterial gedüngt wurden.

Schon im Mittelalter nahmen die Bauern in Norwegen organische Meeresablagerungen als Düngung für die Felder (NORDHAGEN 1940). Von der Bevölkerung Gotlands lernte LINNÉ (1764), daß z.B. *Zostera marina* unter allen 'Tangsorten' den schlechtesten Dünger liefere, da die Pflanzen sehr langsam verfaulen. Um die Jahrhundertwende wurden auf Newfoundland noch Spülsaumablagerungen an das Vieh verfüttert.

Die Spülsaumablagerungen haben vor 20 bis 30 Jahren durch anthropogene Eingriffe und infolge des *Zostera*-Sterbens abgenommen. In den letzten Jahren wurde jedoch wieder eine zunehmende Ablagerung organischen Materials durch das Meer beobachtet.

II. Beschreibung der Gesellschaften

1. *Suaedetum maritimae* Conard 1935

Physiographie und Physiognomie

Diese extrem artenarme Assoziation wächst als schmales Vegetationsband an der mittleren Hochwasserlinie. Die Wurzeln von *Suaeda maritima* werden bei jedem Hochwasser überflutet.

Das Substrat des Bodens kann von Kies bis zu Schlackauflagen auf Sand wechseln.

Die Wuchsbreite der Kernausbildung umfaßt wohl normalerweise nicht mehr als 2 m, wobei der Boden fast vollständig von den graugrünen Pflanzen mit den dickfleischigen, ovalen Blättern bedeckt sein kann. Die Gesellschaft zieht sich selten mehr als 100 m weit strandparallel als durchgehende Zone entlang. Auf Newfoundland (Bay Roberts) wurde 50 cm über dem mittleren Hochwasser auf einem Kieswall hinter einem Tangwall mit Muschelresten ein solcher, sehr dichter Bestand von über 100 m Länge und 2 m Breite beobachtet.

Meist ist das *Suaedetum maritimae* nur in isolierten Beständen zu finden. Gut ausgebildete Phytozönosen wachsen nur an stärker geneigten Strandpartien; auf flachen Seemarschen dagegen kommt *Suaeda maritima* nur als Einzel Exemplar in der *Salicornia europaea* - Gesellschaft und im *Spartinetum* vor.

Auf Kiesstränden bleibt *Suaeda maritima* niedrigwüchsig, auf Schlackboden dagegen kann die Art im Schutz des im Kontakt stehenden *Spartinetum alterniflorae* aufrecht wachsen. Abbildung 138 zeigt schematisch, am Beispiel eines Standortes in der Bay of Fundy, mit welchen Kontaktgesellschaften das *Suaedetum maritimae* in einer Salzwiese anzutreffen ist.

Syndynamik

Das *Suaedetum maritimae* ist in der Regel nur auf Kies oder Sand mit Resten von Spülsaumlagerungen anzutreffen. Die Assoziation ist nahezu konkurrenzlos, muß sich allerdings jedes Frühjahr neue Wuchsorte erobern.

In ebenen Seemarschen tritt *Suaeda maritima* meist nur in vereinzelten Exemplaren in verschiedenen anderen Gesellschaften wie z.B. dem *Atriplicetum*, dem *Puccinellietum* oder dem *Spartinetum* auf. Zuweilen ist die Assoziation jedoch auch als sehr schmales Band in den Salzwiesen anzutreffen (Abb. 138).

Synsystematik und Synchronologie

In Ostkanada wird die Assoziation *Suaedetum maritimae* von der Kennart *Suaeda maritima* (L.) Dum. ssp. *maritima* gebildet (vergl. BASSETT and CROMPTON 1978). In den Küstengesellschaften kann noch *Suaeda calceoliformis* (Hook) Moq. (Syn.: *Suaeda americana*) gefunden werden, die jedoch nicht bestandsbildend ist. Ein weiterer Begleiter in den Strandgesellschaften kann *Suaeda maritima* (L.) Dum. ssp. *richii* (Fern.) Bassett et Crompton sein. Diese Art wurde bei den Untersuchungen zu dieser Arbeit bei Sandy Beach nahe Gaspé zum ersten Mal für Québec nachgewiesen (vergl. BASSETT and CROMPTON 1978).

Das *Suaedetum maritimae* ist eine artenarme, obligat halophytische und nitrophytische Therophytengesellschaft (Tab. 36). Die von CONARD (1935) erstmals auf Long Island beobachtete und gültig publizierte Assoziation ist nicht identisch mit den entsprechenden Assoziationen Europas.

Die Gesellschaften mit *Suaeda* haben enge syngenetische Beziehungen zu den Gesellschaften der *Theropsalicornietea* (vergl. hierzu PASSARGE

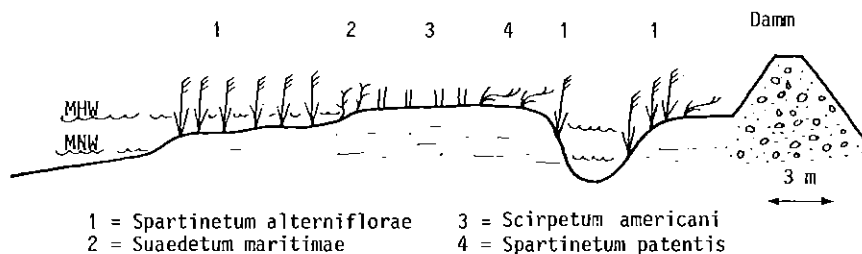


Abb. 138: Vegetationsverteilung in einer Salzwiese bei Roxville, Nova Scotia (14.8.1976)

Tab. 36 : *Suaeda tetum maritima* e

Nr. der Aufnahme:	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Größe der Probestfläche (m ²):	4	4	10	4	4	4	1	4	4
Vegetationsbedeckung (%):	80	80	75	80	95	70	95	50	50
Artenzahl:	1	1	1	1	1	2	3	2	3

<u>Kennart der Ass.:</u>									
<i>Suaeda maritima</i> ssp. <i>maritima</i>	5	5	5	5	5	4	5	3	3
<u>Begleiter:</u>									
<i>Atriplex</i> Sect. <i>teutliopsis</i>	.	.	.	.	.	1	.	.	.
<i>Spartina alterniflora</i>	.	.	.	.	.	.	+	.	.
<i>Salicornia europaea</i>	.	.	.	.	.	.	r	+	r
<i>Puccinellia americana</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	+

Nachweis der Aufnahmen:

- 1 (9.8.75) Bay Roberts, Newfoundland
- 2 (9.8.75) Bay Roberst, Newfoundland
- 3 (14.8.76) Rossway, Nova Scotia
- 4 (25.8.76) College Bridge, Nova Scotia
- 5 (29.8.76) Portage du Cap, Iles de la Madeleine
- 6 (25.8.76) College Bridge, Nova Scotia
- 7 (10.8.76) Head Jeddore, Nova Scotia
- 8 (26.8.76) Fort Beausejour, Newbrunswick
- 9 (26.8.76) Fort Beausejour, Newbrunswick

1964, CHAPMAN 1974, TOXEN 1974). Nach den eigenen Beobachtungen ist *Suaeda maritima* ssp. *maritima* jedoch nicht als Kennart der *Thero - Salicornietea* aufzufassen, sondern als Kennart einer eigenen Assoziation zu den *Cakiletea maritima* e Tuxen et Preisling 1950 zu stellen.

Außer *Suaeda maritima* selbst sind weitere Kennarten der höheren Einheiten (*Thero - Suaedion* Br.-Bl. 1931 em. Tuxen 1950 und *Thero*

ro - Suaeditalia Br.-Bl. et De Bolös 1957 em. Beeftink 1962) in den eigenen Aufnahmen aus Ostkanada allerdings nicht vertreten.

In Ostkanada wurden Art und Gesellschaft 1975 zum ersten Mal nachgewiesen. Der Schwerpunkt der Verbreitung liegt nach bisherigem Kenntnisstand im Bereich von Nova Scotia (Abb. 139). Über das Areal der Assoziation außerhalb des ostkanadischen Untersuchungsgebietes liegen bislang keine Angaben vor.

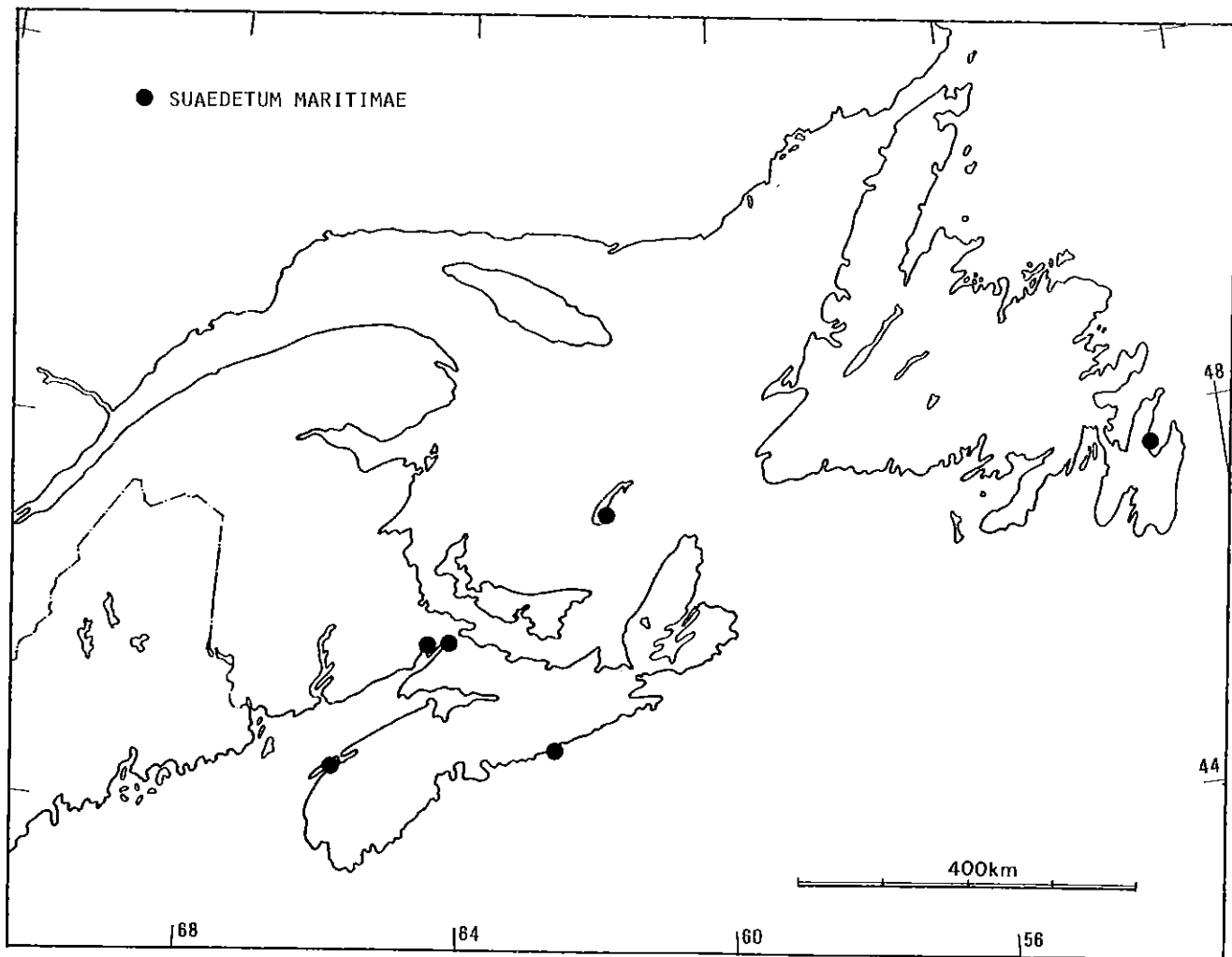


Abb. 139: Verbreitung des *Suaedetum maritima*

2. *Cakiletum edentulae* Conard
1935

Physiographie und Physiognomie

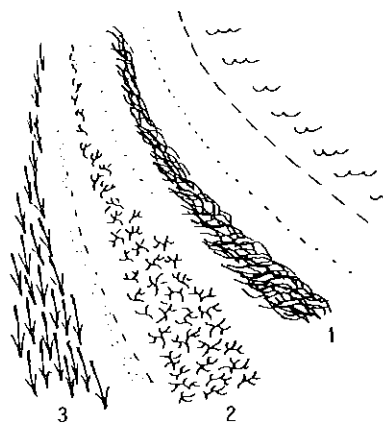
Gewöhnlich wächst *Cakile edentula* ssp. *edentula* auf den ostkanadischen Sandstränden in lockeren Beständen und bildet den äußersten Vorposten der sommerannuellen Blütenpflanzen. Die therophytische Art gedeiht am besten auf flach ansteigenden Vorstränden, sofern organisches Material in ausreichender Menge abgelagert worden ist und Welleneinwirkung sowie Dünenbildung eingeschränkt sind.

Das Bodensubstrat kann aus Feinsand und Grobsand sowie aus Kiesmaterial bestehen.

Die offene Pioniergesellschaft wächst stets oberhalb der MHW-Linie, die streifenförmigen *Cakile*-Zonen stellen Flutmarken ehemaliger, unterschiedlich starker Hochwasserstände dar. Die Girlanden können sich kilometerlang am geeigneten Strand in einigem Abstand zu den Dünen entlangziehen (s. Abb. 140 und 141 sowie Abb. 165 im Anhang).

Auf flachem Strand kommt es zu unregelmäßigen Verzahnungen mit den Dünengras-Gesellschaften. Nicht selten findet man das *Cakiletum edentulae* in Dünentälern in beträchtlicher Entfernung vom Meer, wenn extreme Sturmfluten Treibgut eingeschwemmt haben.

Die Assoziation ist selten flächenhaft ausgebildet, die Vegetationsbedeckung erreicht kaum 50 %.



- 1 = Zostera-Spülsaume
2 = *Cakiletum edentulae*
3 = *Lathyro japonici*-*Ammophiletum breviligulatae*

Abb. 140: Skizze einer Vegetationszonierung am Strand bei Martinique Beach, Nova Scotia (12.8.1976)

Syndynamik und Synökologie

Das *Cakiletum edentulae* gedeiht auf vom Sand halb oder ganz verdeckten, oft schon in Zersetzung befindlichen organischen Resten. Unter jedem *Cakile*-Bestand stößt man beim Nachgraben auf einen versandeten Spülsaum.

Die Pflanzenhorste können zwar schwache Sandüberweh-

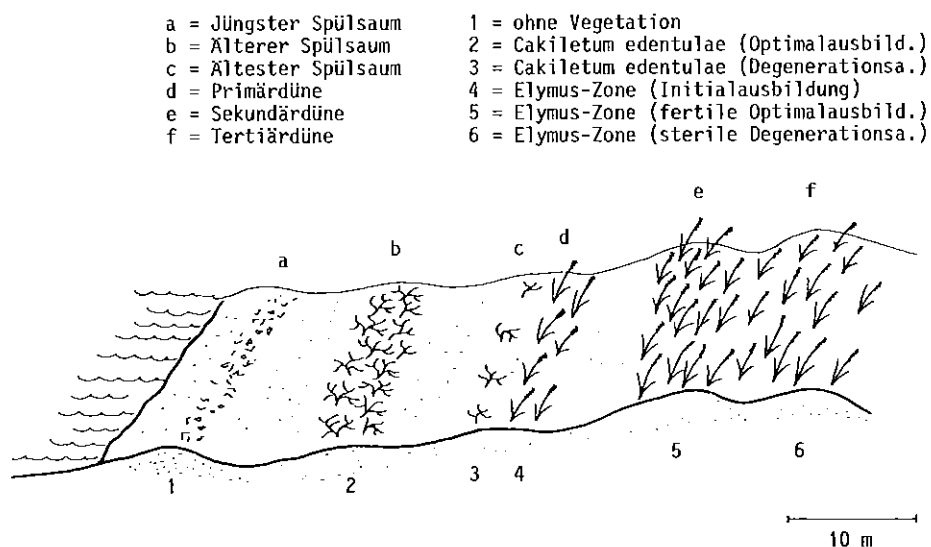


Abb. 141: Schematische Darstellung der Dünenvegetation bei Doating Cove, Newfoundland (11.8.1975)

ung vertragen, doch sterben eingesandete Blätter ab. Die Bestände sind in der Lage, Sand abzufangen und anzuhäufen. Diese kleinen 'Dünen' sind aber ephemere Erscheinungen, da sie von der nächsten Sturmflut zerstört werden; außerdem verschwinden im Winter die Sandanhäufungen ohnehin nach dem Absterben der Therophytenvegetation.

Das ostkanadische *Cakile tum edentulae* ist - wie die europäische *Cakile maritima* - Gesellschaft - als nitrophile Wander - (migratorische) Dauergesellschaft zu bezeichnen (TÖXEN und BÜCKELMANN 1957). Die jährliche Wiederbesiedlung erfolgt durch Samen. *Cakile edentula* scheint im Frühsommer spät zu keimen. So wurden am 18. Juni 1976 z.B. auf den Iles de la Madeleine noch sehr kleinwüchsige Exemplare angetroffen, die erst Ende August ihre volle Größe erreicht hatten und teilweise fruchteten.

Die Gesellschaft ist stets an Spülsäume gebunden. *Cakile edentula* besiedelt selten frische Tang- oder

Seegrasablagerungen, es muß erst eine schwache Humusbildung durch Zersetzung des organischen Materials vorangegangen sein. Solche schwach humosen Sandstreifen zeichnen sich als 'Tangbeete' gegenüber ihrer Umgebung durch günstigere Wasserführung als Folge eines verfeinerten Kapillarsystems und durch bessere Entwicklungsbedingungen aufgrund eines erhöhten Stickstoffangebotes aus (WIEMANN und DOMKE 1967). Der höhere Nitratreichtum ist jedoch rasch verbraucht bzw. ausgewaschen.

Infolgedessen lassen sich unterschiedliche Ausbildungen des *Cakile tum edentulae* auf den Spülsäumen beobachten. Die Initialausbildung der Assoziation stellen nur vereinzelt Individuen von *Cakile edentula* auf kaum verrotteten Ablagerungen dar. Die Optimalausbildung ist physiognomisch durch einen blühenden und fruchtenden Pflanzenbestand zu erkennen. Die einzelnen Exemplare sind sehr kräftig entwickelt und stehen dicht beieinander. Die Degenerationsausbildung (Abb. 141) ist durch kleine, weit auseinander stehende Horste gekennzeichnet.

Tab. 37 : *Cakile tum edentulae*

- 1 = Typische Subassoziation
- 2 = Subassoziation von *Honckenya peploides* ssp. *robusta*
- 3 = Subassoziation von *Ammophila breviligulata*

	1											2											3														
Nr. d. Aufnahmen:	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	34	35		
Größe d. Proberfläche (m²):	4	1	4	4	4	10	4	4	4	4	4	10	10	10	4	2	4	4	4	10	4	4	10	4	10	10	4	10	10	2	2	10	4				
Vegetationsbedeckung (%):	30	30	30	40	40	40	40	30	40	50	50	50	30	30	30	30	30	30	30	50	50	30	30	40	40	40	40	30	30	40	40	50	50	60			
Artenzahl:	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	3	2	2	2	2	2	3	3	3	4	4	2	2	2	3	2	2	2	3	3			
Kennart d. Ass.:																																					
<i>Cakile edentula</i> ssp. ed.	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	4	4	3	3	3	3	3	3	4	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	4	4		
Trennarten d. Subass.:																																					
<i>Honckenya peploides</i> ssp. <i>robusta</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Ammophila breviligulata</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Kennarten d. höh. Einheit.:																																					
<i>Atriplex glabriuscula</i> und spec.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Salsola kali</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Polygonum raji</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Begleiter:																																					
<i>Hertensia maritima</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.

Nachweis der Vegetationsaufnahmen:

1 (26.8.76)	Summerside, Prince Edward Island	18 (12.8.76)	Seaforth, Nova Scotia
2 (3.9.76)	St. Anns Bay, Nova Scotia	19 (21.8.76)	St. Marthe, Québec
3 (23.8.76)	Carleton, Québec	20 (12.8.76)	Martinique Beach, Nova Scotia
4 (28.8.75)	Eastport, Newfoundland	21 (30.8.75)	Frenchman Cove, Newfoundland
5 (20.8.76)	Matane, Québec	22 (11.8.75)	Windmill Bight
6 (17.8.75)	Portland Creek, Newfoundland	23 (20.8.76)	Baie-des-Sables, Québec
7 (20.8.76)	L'Ans au Portage, Québec	24 (16.8.75)	Gros Morne National Park, Newfoundland
8 (9.9.78)	Brents Cove, Newfoundland	25 (16.8.75)	Cow Head, Newfoundland
9 (8.8.76)	Gabarus, Nova Scotia	26 (26.8.76)	Cabot Prov. Park, Prince Edward Island
10 (22.8.76)	Sandy Beach, Gaspé Peninsula	27 (11.8.75)	Doating Cove, Newfoundland
11 (27.8.75)	Stephenville Crossing	28 (19.8.75)	Pinware Prov. Park, Labrador
12 (26.8.75)	Point au Mal, Newfoundland	29 (3.9.76)	Port Hood, Nova Scotia
13 (17.8.75)	Port Saunders, Newfoundland	30 (12.8.76)	Lawrencetown Beach, Nova Scotia
14 (26.8.75)	Lake Harbour, Newfoundland	31 (12.8.76)	Martinique Beach, Nova Scotia
15 (9.8.75)	Bay Roberts, Newfoundland	32 (2.9.76)	Woods Island, Prince Edward Island
16 (14.8.76)	Chance Harbour, New Brunswick	33 (25.8.76)	Shediac Bay, New Brunswick
17 (14.6.76)	Rivière du Loup, Québec	34 (29.8.76)	Havre Aubert, Iles de la Madeleine
		35 (5.9.76)	Searston, Newfoundland

Cakile edentula besitzt in erster Linie nitrophytische, erst in zweiter Linie halophytische Ansprüche. Für Mitteleuropa stellte ELLENBERG (1963) fest, daß die Keimfähigkeit von *Cakile maritima* durch Salzwasser von 57 auf 100 % erhöht wird. Auch ausgewachsene Pflanzen nehmen durch eine gelegentliche Überflutung keinen Schaden.

Synsystematik und Synchorologie

Von GALIANO wurden 1959 in Ostkanada *Cakile edentula* - Bestände soziologisch untersucht und mit dem Namen *Salsola kali* - *Cakile edentula* - Assoziation belegt.

Weitere pflanzensoziologische und ökologische Untersuchungen wurden von GRANDTNER (1974, 1976) auf den Îles de la Madeleine und im Park National Forillon (Gaspé Peninsula) vorgenommen. In seinen Tabellen

fällt das stete Vorkommen von *Ammophila breviligulata* besonders auf, da die Art in den übrigen ostkanadischen Spülsäumen nicht so häufig vorkommt.

Nach den eigenen Untersuchungen in Ostkanada erscheint es als sinnvoll, die *Salsola kali* - Bestände in einer eigenen Assoziation zu vereinigen und die Phytozönosen mit *Cakile edentula* dem von CONARD 1935 aufgestellten *Cakiletum edentulae* zuzuordnen.

Die Aufnahmen aus dem ostkanadischen Untersuchungsgebiet wurden in Tabelle 37 zusammengefaßt und in 3 Subassoziationen unterschieden, die Typische Subassoziation Grandtner 1974, die Subassoziation von *Honekenya peploides* Grandtner 1974 sowie die Subassoziation von *Ammophila breviligulata* subass. nov..

Von Labrador und aus Island wird von GEHU und TÜXEN (mskr.) noch eine weitere Subassoziation von *Flymus arenarius* erwähnt, die aber bei den eigenen Unter-

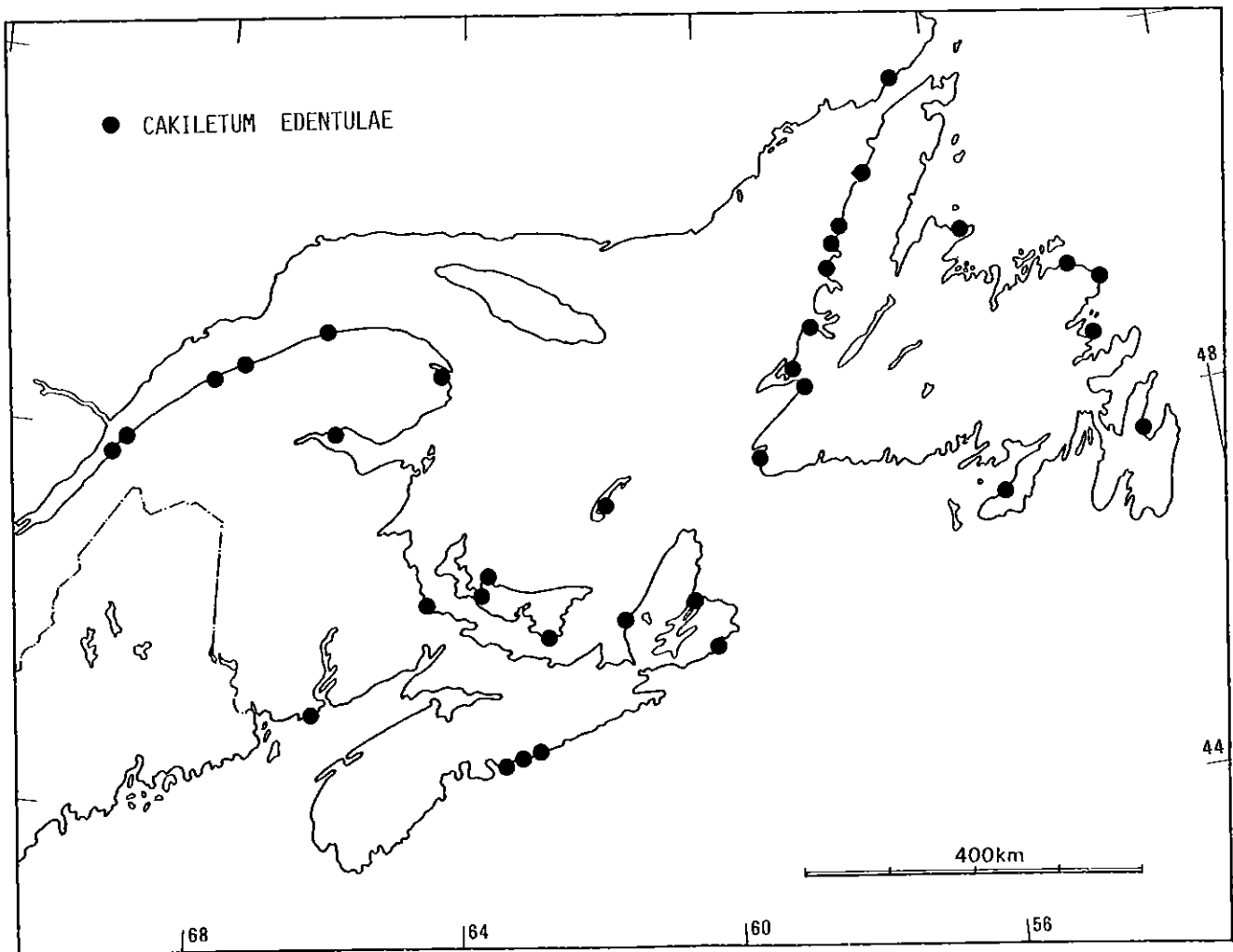


Abb. 142: Verbreitung des *Cakiletum edentulae*

suchungen nicht beobachtet wurden.

Das ostkanadische *Cakiletum edentulae* entspricht den europäischen *Cakile maritima*-Assoziationen, die ebenfalls sehr lockere Siedlungen vorwiegend an sandigen Küsten bilden.

Hier soll jedoch nicht der von GALIANO (1959) vorgeschlagenen synsystematischen Zuordnung der Assoziation in den Verband *Euphorbion poligonifoliae* gefolgt werden. Vielmehr werden die ostkanadischen Bestände dem *Cakilion edentulae* innerhalb der *Cakileta lia edentulae* Tüxen 1950 und den *Ca-*

kiletea maritima e Tüxen et Preisling 1950 zugeordnet.

Das *Cakiletum edentulae* konnte auf fast allen Sandstränden im untersuchten ostkanadischen Gebiet beobachtet werden (Abb. 142). Die Bestände meiden jedoch die großen Salzwiesen und die inneren Fjorde wie z.B. die Bay of Fundy und die Bonne Bay.

Über die weitere Verbreitung der Assoziation liegen detaillierte Angaben bisher nicht vor. Sie scheint aber in Ostkanada und den nordöstlichen USA ganz allgemein häufiger zu sein.

3. *Salsola kali* - Gesellschaft

Physiographie

Die Gesellschaft wächst wie das *Cakile* *edentula* auf einem Gemisch aus Sand und organischen Meeresablagerungen. Sie besiedelt vorrangig die obersten Flutmarken auf leicht überwehten Spülsaumen, verträgt jedoch selbst noch weniger Übersandung als die *Cakile edentula* - Bestände.

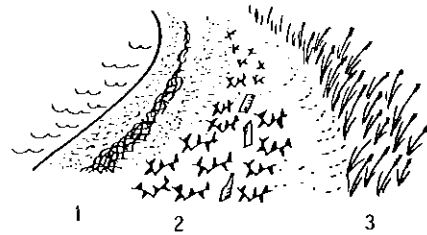
Die Gesellschaft wächst in langen Säumen - der bei Cow Head auf Newfoundland beobachtete hatte eine Länge von 800 m -, ihre Breitenausdehnung schwankt zwischen 2 und 4 m.

Synökologie

Die bizarr aussehende Art *Salsola kali* mit den verdornten Laubblättern sichert ihre Nährstoffversorgung durch Pfahl- und reichlich ausgebildeten Saugwurzeln. Sie ist eine stark nitrophytische und mäßig halophytische Pionierart (ERNST 1969).

Synsystematik und Synchronologie

Der kosmopolitisch verbreitete sukkulente Therophyt bildet nur in den nördlichen Breiten eine eigene Gesellschaft aus; in den südlichen Zonen vergesellschaftet sich *Salsola kali* mit anderen Spülsaum- und Dünenarten (vergl. TOXEN 1972).



- 1= Spülsaumablagerungen
2= *Salsola kali*-Ges. u. Treibholz
3= *Honckenya robustae*-*Elymetum mollis*

Abb.143: Schematische Darstellung der Strandvegetation bei St. Paul, Newfoundland (1975)

Eine *Salsola kali* - Assoziation wurde von NORDHAGEN 1940 aus dem Oslofjord beschrieben. Er bezeichnet zwar seine Tabelle als *Salsola* - Gürtel, erwähnt aber im Text den Namen *Salsola* *edentula*.

Die 5 Aufnahmen aus Ostkanada sind mengenmäßig zu wenig, um eine sichere Zuordnung zu der norwegischen Assoziation befürworten zu können. Auch die pflanzensoziologischen Aufnahmen von KLEMENT (1953) von Wangerooze zeigen eine andere Vergesellschaftung; die von ihm beschriebene Assoziation ist mit der kanadischen als nicht identisch anzusehen.

Die in Tabelle 38 vorgestellten ostkanadischen Bestände der *Salsola kali* - Gesellschaft wurden nur auf Newfoundland beobachtet.

Tab. 38 : *Salsola kali* - Gesellschaft

Nr. d. Aufnahme:	1	2	3	4	5
Größe der Probestfläche (m ²):	4	4	10	10	4
Vegetationsbedeckung (%):	30	50	70	50	50
Artenzahl:	1	2	3	3	3
<hr/>					
<u>Kennart. d. Ges.:</u>					
<i>Salsola kali</i>	3	3	4	3	3
<u>Kennarten d. höh. Einheiten:</u>					
<i>Atriplex cf. prostrata</i>	.	+	+	2	2
<i>Polygonum raji</i>	.	.	1	.	.
<u>Begleiter:</u>					
<i>Honckenya peploides ssp. rob.</i>	.	.	.	1	.
<i>Ammophila breviligulata</i>	.	.	.	.	1

Nachweis der Aufnahmen:

1 - 3 (14.8.75) St. Paul, Newfoundland
4 - 5 (16.8.75) Cow Head, Newfoundland

4. *Atriplex* - Gesellschaften

Physiographie und Physiognomie

Auf dem Sand- oder Geröllstrand oberhalb der sommerlichen Hochwasserlinie entfalten sich auf stark mit Holzstücken und Abfällen durchsetzten Spülsäumen verschiedene *Atriplex* - Gesellschaften (Abb. 144).

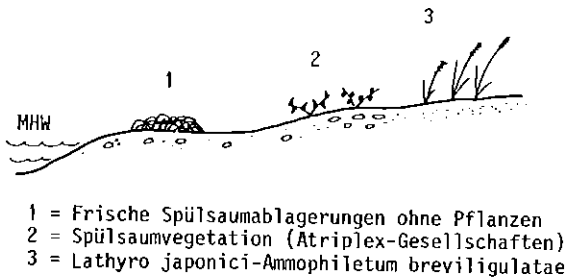


Abb.144: Zonierung der Strandvegetation bei Cow Head, Newfoundland (16.8.1975)

Sie gedeihen besonders üppig auf relativ frischen und mächtigen Tangwällen, die kaum vom Sand beeinflusst sind. Das reichhaltige Nährstoffangebot bewirkt dann eine für solche Standorte vielfältige Artenkombination.

Das Erscheinungsbild der *Atriplex* - Bestände ist sehr variabel: Die Pflanzen können kriechend oder aufrecht wachsen und sie können lockere, girlandenförmige Säume bilden oder sich zu dichten Beständen zusammenschließen. Die Artenkombinationen der Gesellschaften sind vielfältig, da sie jedes Jahr praktisch durch Zufälle beim Samenangebot neu und anders zusammengestellt werden.

Der größte Teil der *Atriplex* - Keimlinge stirbt im Verlauf des Frühsommers ab, die wenigen fruchtenden Exemplare zeichnen sich durch eine starke Samenproduktion aus.

Syndynamik und Synökologie

Die Ausbildung der einjährigen *Atriplex* - Gesellschaften erfolgt nicht jedes Jahr am gleichen Standort, da ja die Pflanzen von den Stickstoffverbindungen abhängig sind, die durch die sich zersetzenden Spülsaumablagerungen entstehen.

Das Vorkommen der vielen *Atriplex* - Arten auf Spülsäumen wird auf die gute Nährstoffversorgung zurückgeführt; die nitrophytischen und mäßig salztoleran-

ten Arten vertragen keine Sandüberwehungen und benötigen eine gute Bodendurchfeuchtung. Sie sind allerdings als meist niederliegende Formen durch Viehverbiß weniger gefährdet.

Vereinzelt kommen die *Atriplex* - Arten auch auf Tangablagerungen in den Salzwiesen vor. Besonders häufig kann man junge Pflanzen an Tümpelrändern beobachten, wo *Ruppia* - und Algenmatten am Ufer abgelagert wurden. Derartige Stadien sind jedoch ephemere.

Synsystematik und Synchronologie

Die Sippen-systematik der Gattung *Atriplex* ist noch nicht gelöst. Vor allem im ostkanadischen Raum ist Polymorphismus zu beobachten, der überdies durch reichliche Bastardbildung verkompliziert wird. Nur bei einem geringen Teil der dort gewonnenen pflanzensoziologischen Aufnahmen konnte das *Atriplex* - Material bestimmt werden¹⁾.

Die oftmals sehr lichten Therophyten - Bestände sind durchaus als Gesellschaften zu bezeichnen, bei günstigen Wachstumsbedingungen tendieren die gleichen Artenverbindungen zu fast geschlossenen Beständen. Eine sichere Beurteilung der Synsystematik dieser Gesellschaften ist aber nur bei ausreichend vorliegendem Aufnahmematerial vorzunehmen. Die floristische Eigenständigkeit der *Atriplex* - Spülsaumgesellschaften ist jedoch so ausgeprägt, daß ihre Zuordnung zu der Klasse *Cakiletea maritima* E. Tuxen et Preisling 1950 als sicher anzusehen ist.

Die folgenden Gesellschaften mit der Gattung *Atriplex* werden für Ostkanada vorgestellt (Tab. 39):

- *Atriplex franktonii* - Gesellschaft
- *Atriplex acadensis* - Gesellschaft
- *Atriplex glabriuscula* - Gesellschaft
- *Atriplex laciniata* - Gesellschaft
- *Atriplex praecox* - Gesellschaft
- *Atriplex subspicata* - Gesellschaft

Die Arten *Atriplex franktonii* Tasch. und *Atriplex acadensis* Tasch. wurden zum ersten Mal 1972 von TASCHEREAU für Nova Scotia nachgewiesen; *Atriplex glabriuscula* Edmont. ist an den Küsten Nordamerikas und Nordwesteuropas (HULTEN 1958) verbreitet. Die Art wurde in Europa gemeinsam mit anderen Arten zu

1) Für die genaue Nachprüfung der *Atriplex* - Belege wird an dieser Stelle Herrn Dr. P. Taschereau (Manchester) herzlich gedankt.

unterschiedlichen Spülsaum - Gesellschaften gestellt (TOXEN 1972). Die ostkanadische *Atriplex glabriuscula* - Gesellschaft ist wahrscheinlich mit der europäischen Strandassoziation *Atriplicetum glabriuscula* identisch. Leider reicht das ostkanadische Aufnahmемaterial jedoch nicht aus, um eine sichere Aussage machen zu können.

Atriplex laciniata L. (Syn.: *Atriplex sabulosa* Rouy, *Atriplex maritima* Hall., *Atriplex arenaria* Woods) wächst als Spülsaumart an westeuropäischen und ostkanadischen Küsten. Die Frage, ob die Art in Kanada eingewandert oder als heimisch zu betrachten ist, ist bislang ungelöst (FERNALD 1929, HULTEN 1958, TASCHE-REAU 1972). Die ostkanadische *Atriplex laciniata* -

Tab. 39 : *Atriplex* - Gesellschaften

Spalte:	1		2		3		4		5			6									
Nr.d.Aufnahme:	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
Größe d.Probefläche (m²):	4	4	4	4	4	4	2	1	4	4	1	1	4	4	4	1	1	4	4	1	4
Vegetationsbedeckung (%):	75	60	50	50	95	80	70	60	50	30	60	30	55	60	75	80	70	70	60	45	70
Artenzahl:	3	3	2	2	2	2	2	2	4	1	2	3	1	1	1	2	3	2	2	2	2
Kennarten d.Gesellschaft.:																					
<i>Atriplex franktonii</i>	5	3	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Atriplex acadensis</i>	.	.	4	3	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Atriplex glabriuscula</i>	.	.	.	.	5	5	4	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Atriplex laciniata</i>	.	.	.	.	.	.	.	4	3	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Atriplex praecox</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	3	4	3	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Atriplex subspicata</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	4	4	5	5	4	4	4	3	4
Kennarten d.höh.Einheit.:																					
<i>Cakile edentula</i> ssp.eden.	1	+	.	.	+	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	1	+	.	.	.	.
<i>Salsola kali</i>	.	.	.	2	.	.	.	2	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Atriplex cf.prostrata</i>	.	.	.	.	.	1	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.
<i>Atriplex</i> Sekt.teutliopsis	.	.	.	.	.	.	.	.	2	.	.	2	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Begleiter:																					
<i>Potentilla egedii</i>	2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	.	.	.	.	.	.	2	.	.
<i>Suaeda maritima</i> u.calceo.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	1	.
<i>Puccinellia ambigua</i>	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+
<i>Chenopodium macrocalycium</i>	.	2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.

Nachweis der Vegetationsaufnahmen:

1	(29.8.76)	Plage du Havre Aubert, Iles de la Madeleine
2	(1.9.76)	Little Sands, Prince Edward Island
3	(26.8.76)	Cabot Prov. Park, Prince Edward Island
4	(10.8.76)	Spry Bay, Nova Scotia
5	(14.8.76)	Rossway, Nova Scotia
6	(14.8.76)	Rossway, Nova Scotia
7	(3.7.76)	Searston, Newfoundland
8	(24.8.76)	Lower Caraquet, New Brunswick
9	(24.8.76)	Little Shippegan, New Brunswick
10	(9.8.75)	South River, Newfoundland
11	(30.8.75)	Frenchman Cove, Newfoundland
12	(18.8.75)	Anchor Point, Newfoundland
13	(27.8.76)	Rustico Bay, Prince Edward Island
14	(27.8.76)	Bunburry, Prince Edward Island
15	(20.8.76)	L'Ans au Portage, Québec
16	(20.8.76)	L'Ans au Portage, Québec
17	(29.8.76)	Plage du Havre Aubert, Iles de la Madeleine
18	(26.8.76)	Cabot Prov.Park, Prince Edward Island
19	(25.8.76)	Bouctouche, New Brunswick
20	(23.8.76)	St.Omer, Québec
21	(26.8.76)	Summerside, Prince Edward Island

Gesellschaft ist wahrscheinlich auch in die europäische Assoziation *Atriplicetum laciniatae* (Nordhagen 1940) Tüxen 1950 einzuordnen (vergl. auch BEEFTINK 1965).

Atriplex praecox Hülpfers konnte auf Newfoundland (Abb. 35, p. 40) zum ersten Mal neu für Nordamerika nachgewiesen werden. Das Hauptverbreitungsgebiet der halophilen Art liegt in Nordwesteuropa und Südgrönland (TASCHEREAU 1977). Die *Atriplex praecox* - Gesellschaft wurde an drei verschiedenen Lokalitäten auf Newfoundland angetroffen (s. Abb. 145).

Atriplex subspicata (Nutt.) Rydberg kommt an der Atlantikküste Nordamerikas nur im unmittelbaren Küsten-

bereich vor (Abb. 34, p. 39), ist jedoch in den westlichen USA und in Westkanada auch im Inland verbreitet (TASCHEREAU 1972, BASSETT and CROMPTON 1973). Die *Atriplex subspicata* - Gesellschaft ist die an der ostkanadischen Küste am weitesten verbreitete *Atriplex* - Phytozönose.

Die Spülsaum - Gesellschaften mit den verschiedenen *Atriplex* - Arten sind auffallend häufig im Gulf of St. Lawrence anzutreffen, insbesondere an den Stränden von Prince Edward Island, den Iles de la Madeleine und Nova Scotia (Abb. 145).

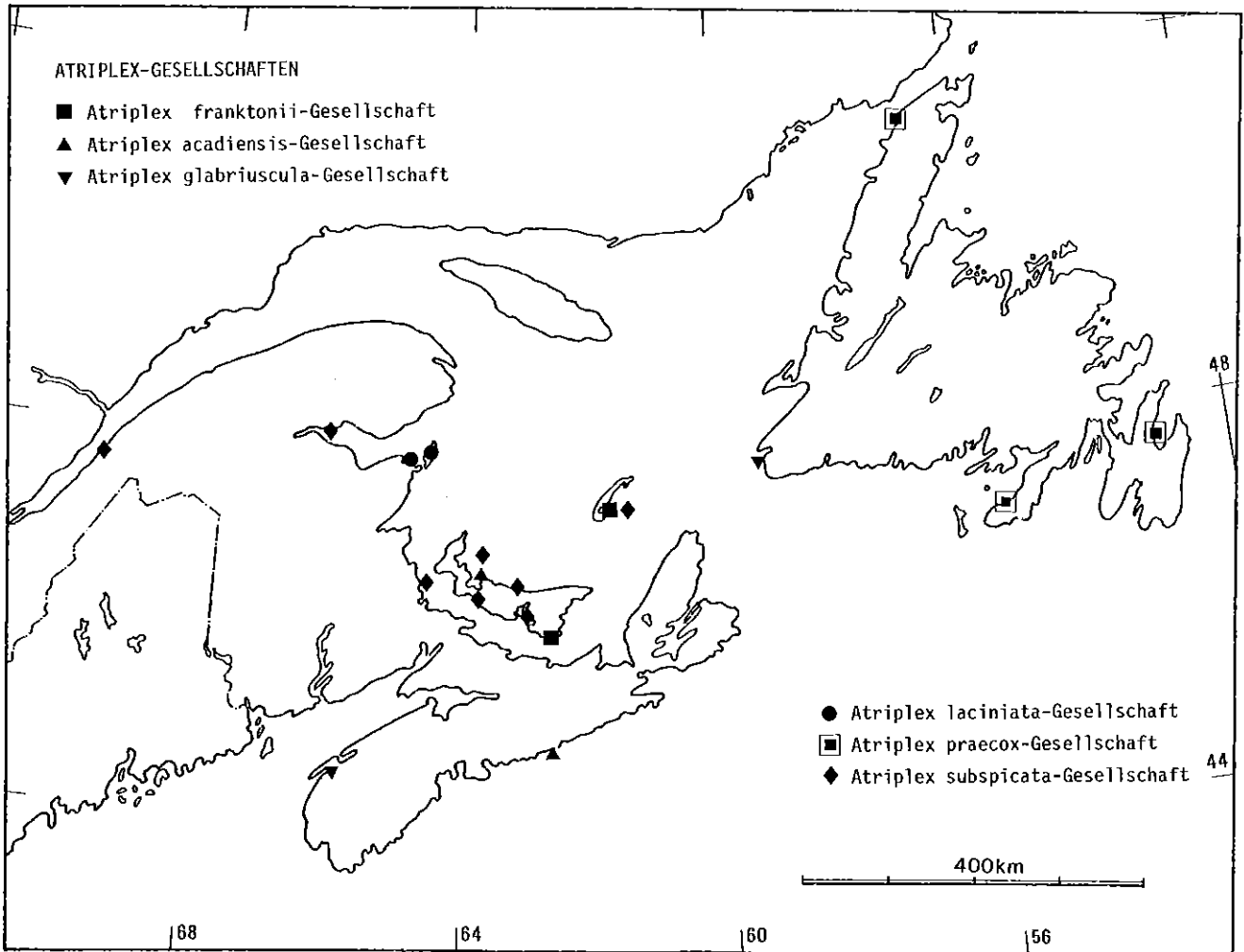


Abb. 145: Verbreitung der *Atriplex* - Gesellschaften

5. *Polygonum* - Gesellschaften

Physiographie und Physiognomie

Auf den oberen Teilen der Sandstrände, wo verrottende Reste von organischen Spülsaumablagerungen liegen, entwickeln sich vereinzelt unterschiedliche Gesellschaften mit verschiedenen *Polygonum* - Arten. In der Höhenzonierung sind diese Gesellschaften gewöhnlich oberhalb der *Atriplex* - Gesellschaften anzutreffen, da sie frische Tangablagerungen meiden (s. Abb. 146).

An der ostkanadischen Küste ist zuweilen zu beobachten, daß auch am Fuß der Stranddünen *Polygonum* - Gesellschaften wachsen, wenn sich dort vom Wind angewehte *Zostera* - Reste ansammeln konnten (vergl. Abb. 136, p. 162). Es sind jedoch stets ziemlich kurzlebige Ausbildungen, da das Nährstoffangebot nicht aufgefrischt wird.

Syndynamik und Synökologie

Die *Polygonum* - Arten können Sandüberwehungen besser ertragen als die *Atriplex* - Arten, treten aber genau wie diese jedes Jahr an neuen Wuchsorten auf, je nachdem wo ausreichend Spülsaumablagerungen vorgefunden werden. Im Untersuchungsgebiet war weiterhin zu beobachten, daß die schwach halophytischen *Polygonum* - Arten vor allem in kleinen Mulden wachsen, wo organisches Material angeschwemmt wurde und rasch in Zersetzung überging.

Synsystematik und Synchorologie

Eine pflanzensoziologische Trennung zwischen den *Atriplex* - und *Polygonum* - Gesellschaften ist im ostkanadischen Untersuchungsgebiet zuweilen schwer vorzunehmen, da die jeweils dominierenden Kennarten in Mischbeständen wachsen können.

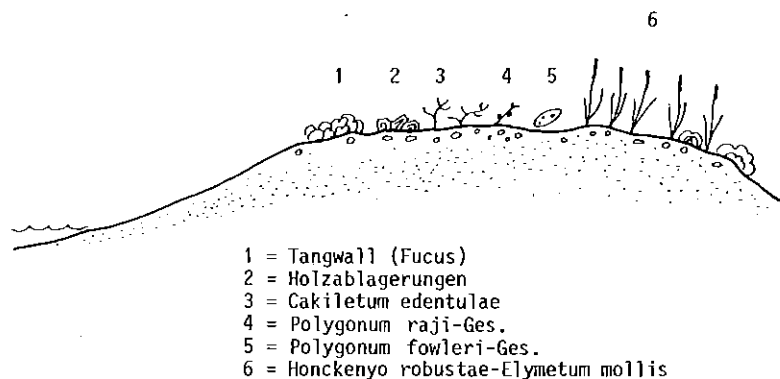


Abb. 146: Schematische Darstellung der Vegetation auf einem Strandwall bei Beaver Harbour, New Brunswick (15.8.1976)

Aus der Literatur ist zu entnehmen, daß die halonitrophytischen *Polygonum* - Gesellschaften bislang kaum untersucht wurden (TÖXEN 1972). Synsystematisch sind sie eindeutig der Klasse *Cakiletea maritima* e Tüxen et Preisling 1950 zuzuordnen.

Das amphiatlantische Vorkommen von einigen *Polygonum* - Arten wird von Löve and Löve (1956) auf anthropogene Verbreitung durch europäische Siedler, eventuell bereits durch die Wikinger, zurückgeführt.

Im ostkanadischen Untersuchungsgebiet konnten fol-

gende *Polygonum* - Gesellschaften beobachtet werden¹⁾:

- *Polygonum boreale* - Gesellschaft
- *Polygonum heterophyllum* - Gesellschaft
- *Polygonum raji* - Gesellschaft
- *Polygonum fowleri* - Gesellschaft

Das Verbreitungsareal von *Polygonum boreale* (Lange) Small in Nordamerika reicht von Alaska bis Newfoundland; nach FERNALD (1929) soll die Art einheimisch sein. Es existiert jedoch bislang zu wenig Datenmaterial, um eine endgültige Aussage machen zu können.

¹⁾ Für die Bestimmung der *Polygonum* - Arten wird Herrn Prof. Dr. H. Scholz (Berlin) herzlich gedankt.

Nach SCOGGAN (1978) ist *Polygonum boreale* an Sand- und Geröllküsten anzutreffen. Die Gesellschaft konnte jedoch nur einmal auf Newfoundland aufgenommen werden (vergl. Abb. 147 und Tab. 40).

Polygonum heterophyllum Lind. em. H. Scholz bildet im Untersuchungsgebiet auf den Sandstränden selbständige Küsten-Ökotypen und ist wahrscheinlich mit der skandinavischen Art *Polygonum heterophyllum* ssp. *heterophyllum* (Lindm.) A. et Gr. var. *litorale* Lindm. gleichzusetzen. Die schwach halophytische *Polygonum heterophyllum* - Gesellschaft (Tab. 40), die im ostkanadischen Untersuchungsgebiet nur zweimal angetroffen wurde (Abb. 147), kann man möglicherweise der europäischen Assoziation *Polygonetum heterophyllum litoralis* Tüxen 1950 zuordnen.

Das Hauptvorkommen von *Polygonum raji* Bab. liegt in Europa und reicht von Nordnorwegen bis Nordspa-

nien; ein Teilareal befindet sich im östlichen Nordamerika (LÖVE and LÖVE 1956). In Europa konnten mehrere, nahe verwandte Taxa unterschieden werden (CHRISTIANSEN 1960, NORDHAGEN 1963):

- *Polygonum raji* Bab. ssp. *norvegicum* Sam. (Syn.: *P. norvegicum*)

Verbreitung: Mittel- und Nordnorwegen

- *Polygonum oxyspermum* Mey. et Bge.

Verbreitung: Südnorwegen, Südwestschweden, Ostseeküsten

- *Polygonum raji* Bab. ssp. *raji* Scholz

Verbreitung: Helgoland

- *Polygonum raji* Bab.

Verbreitung: England, Frankreich

Von NORDHAGEN wurde 1940 ein *Polygonetum raji* aus Norwegen beschrieben, später in *Polygonetum raji norvegici*

Tab. 40 : *Polygonum* - Gesellschaften

1 = *Polygonum boreale*-Gesellschaft
2 = *Polygonum heterophyllum*-Gesellschaft
3 = *Polygonum raji*-Gesellschaft
4 = *Polygonum fowleri*-Gesellschaft

Spalte:	1		2		3				4					
Nr.d.Aufnahme:	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Größe d.Probefläche (m ²):	4	4	1	1	2	2	2	4	10	1	1	4	1	1
Vegetationsbedeckung (%):	80	80	30	40	50	60	70	70	50	40	50	50	40	60
Artenzahl:	2	2	2	4	2	2	2	3	4	2	2	3	3	3
<u>Kennarten d.Ges.:</u>														
<i>Polygonum boreale</i>	5	5	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Polygonum heterophyllum</i>	.	.	3	3	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Polygonum raji</i>	.	.	.	.	3	4	4	4	3	.	.	.	.	.
<i>Polygonum fowleri</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	3	4	4	3	4
<u>Kennarten d.höh.Einheit.:</u>														
<i>Atriplex cf.prostrata</i>	2	2	+	1	1	1	1	.	.	+	.	.	+	.
<i>Atriplex glabriuscula u.fr.</i>	.	.	.	.	.	.	.	+	1	.	2	1	.	.
<i>Cakile edentula ssp.eden.</i>	.	.	.	+	.	.	.	.	+	.	.	.	+	.
<u>Begleiter:</u>														
<i>Potentilla egedii</i>	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+
<i>Polygonum persicaria</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2

Nachweis der Vegetationsaufnahmen:

1	(22.8.75)	Eddis Cove, Newfoundland
2	(22.8.75)	Eddis Cove, Newfoundland
3	(10.9.78)	Pacquet, Newfoundland
4	(24.8.76)	Little Shippegan, Newbrunswick
5	(3.9.78)	Searston, Newfoundland
6	(15.8.76)	Beaver Harbour, Newbrunswick
7	(15.8.76)	Beaver Harbour, Newbrunswick
8	(15.8.76)	Beaver Harbour, Newbrunswick
9	(30.8.75)	Frenchman's Cove, Newfoundland
10	(10.8.75)	Green Harbour, Newfoundland
11	(29.8.76)	Havre Aubert, Iles de la Madeleine
12	(15.8.76)	Beaver Harbour, Newbrunswick
13	(5.9.76)	Searston, Newfoundland
14	(30.8.75)	Frenchman's Cove, Newfoundland

Nordhagen 1955 umbenannt. Weitere Untersuchungen zu der genannten Assoziation konnten von THANNHEISER (1974) auf der Varanger-Halbinsel (Nordnorwegen) vorgenommen werden. In Mitteleuropa bildet *Polygonum raji* keine eigene Gesellschaft, sondern ist mit *Atriplex* - Arten vergesellschaftet, der *Atriplex glabriuscula* - *Polygonum raji* - Assoziation Tüxen 1950.

Die in Ostkanada untersuchten *Polygonum raji* - Bestände (Tab. 40) haben Ähnlichkeit mit den nordeu-

ropäischen Gesellschaften.

Die Art *Polygonum fowleri* Robins ist nur an den Küsten Nordamerikas verbreitet, wobei das Hauptareal in Ostkanada liegt (LÖVE and LÖVE 1956). Die Gesellschaft mit den in der Regel niederliegenden *Polygonum* - Exemplaren wächst im ostkanadischen Untersuchungsgebiet auf Spülsäumen aus Algen und *Zostera*, die vom Sand leicht zugedeckt sind (Abb. 147, Tab. 40).

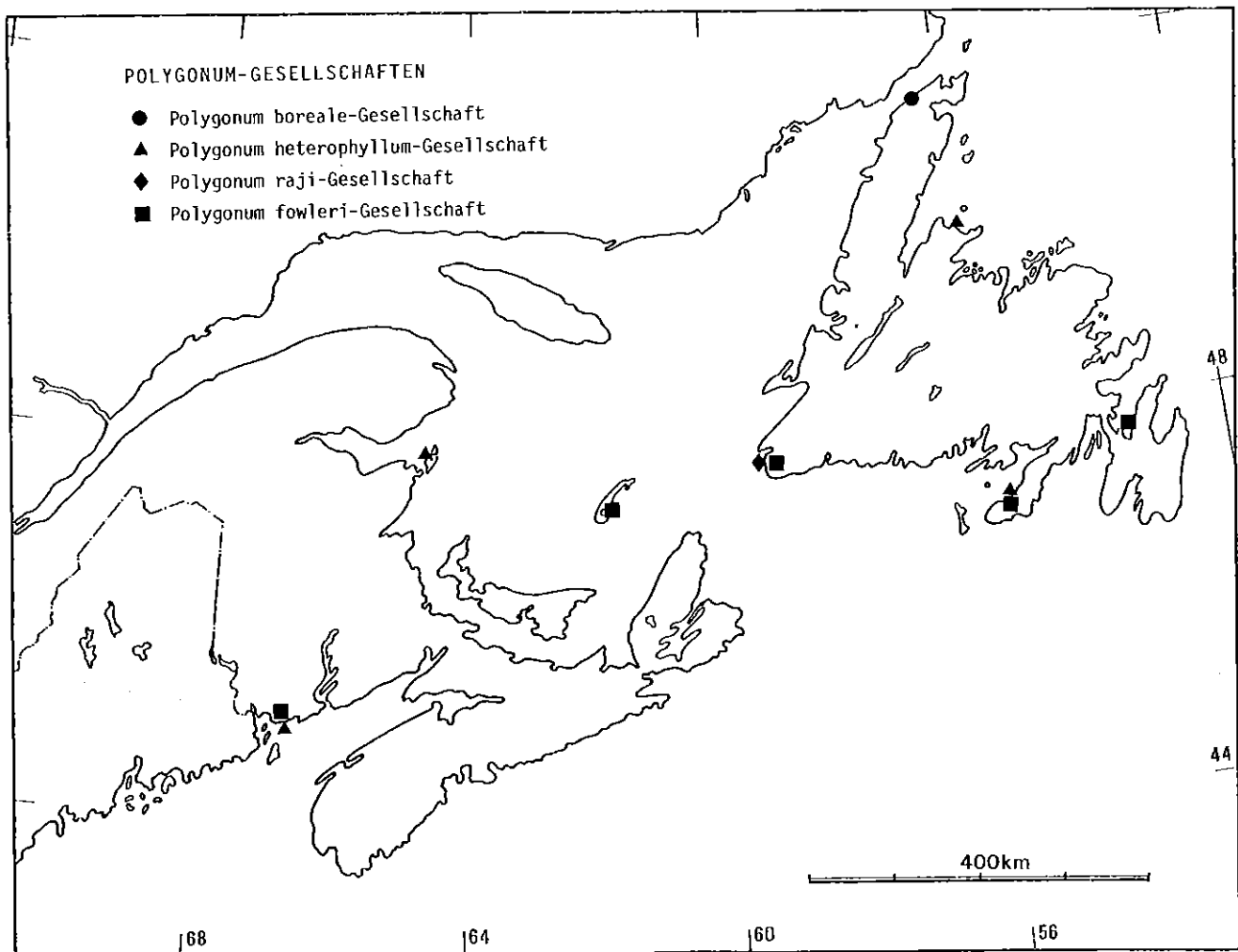


Abb. 147: Verbreitung der *Polygonum* - Gesellschaften

6. *Potentilletum egedii*

Blouin et Grandtner 1971

Physiographie und Physiognomie

Das *Potentilletum egedii* ist mehr auf Seemarschen ausgebildet; auf Sand- und Geröllstränden dagegen entwickeln sich nur die artenärmsten Ausbildungen der Assoziation. Dort nimmt sie dann in der Regel eine schmale, parallel zur Strandlinie verlaufende Zone ein (Abb. 166, Anhang). In den Salzwiesen ist die Assoziation an jene Bereiche gebunden, die durch Spülsaumablagerungen extrem hoher Sturmfluten angereichert sind. Die *Potentilla egedii* - Bestände besiedeln vorrangig die alten Flutmarken und bilden gewöhnlich in der Höhenzonierung die oberste Grenze der Salzwiesen (Abb. 148). Nur in Ausnahmefällen können junge Tangwälder mit halo-nitrophytischen Therophyten vorübergehend noch oberhalb der *Potentilla egedii* - Zone vorkommen.

Als Folgestadium stellt sich dann auf diesen Flutmarken nach 2 bis 3 Jahren ein *Potentilla egedii* - Bestand ein, so daß auf manchen Salzwiesen zwei parallel angeordnete *Potentilletum egedii* - Bänder zu finden sind (vergl. Abb. 149).

Unter den meisten *Potentilla egedii* - Beständen sind kaum noch die organischen Reste der alten Spülsaume festzustellen, da sich die Ablagerungen nach einigen Jahren praktisch restlos zersetzt haben.

Potentilla egedii stellt neben *Festuca rubra* die einzige konstante Art der Gesellschaft dar; *Festuca rubra* ist allerdings nur selten mit hoher Dek-

kung vertreten.

Physiognomisch fällt die Teppichgesellschaft von *Potentilla egedii* durch ihre rötlich-gelbe Färbung in den sonst matt graugrünen Salzwiesen auf. Die Breitenausdehnung der Bestände beträgt in der Regel 2 - 6 m, in der Länge können sie sich zuweilen viele Kilometer den Strand entlang ziehen. Werden Ablagerungen von Fadenalgen besiedelt, kann sich die Assoziation auch flächenhaft ausdehnen.

Potentilla egedii ist mit ihren meterlangen, oberflächlich verlaufenden Ausläufern ein sehr konkurrenzstarker und widerstandsfähiger Hemikryptophyt.

Syndynamik und Synökologie

Das *Potentilletum egedii* bevorzugt alte Spülsaumablagerungen; die Vitalität der Assoziation wird allerdings durch gelegentlich bei einer Hochflut angelandetes neueres, organisches Material gekräftigt. Wird zuviel Tang und Seegras angeschwemmt, können vorübergehend Gesellschaften der *Cakiletea maritima* e auftreten, die wiederum von *Potentilla egedii* - Beständen abgelöst werden.

Die Korngrößen der Böden reichen von sandigem bis zu tonigem Material. Außerdem sind die Böden durch hohen Stickstoff- und reichlichen Humusgehalt mit einer neutralen Reaktion gekennzeichnet.

Die nitrophytische Art *Potentilla egedii* verträgt während der Vegetationsperiode keine regelmäßigen Meereswassereinwirkungen. NORDHAGEN (1940) erkannte, daß die Art in Nordnorwegen nur mäßig salztolerant

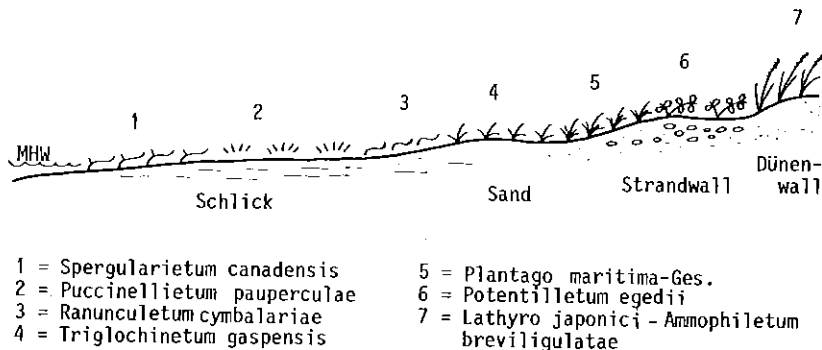


Abb. 148: Schematische Darstellung der Strandvegetation in der Pistolet Bay, Newfoundland (22.8.1975)

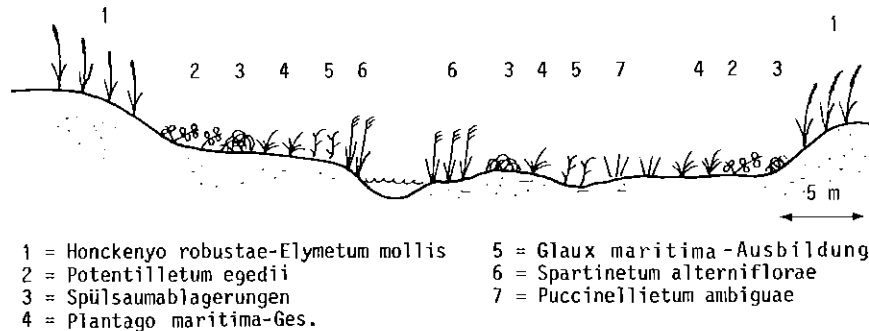


Abb. 149: Vegetationsverteilung in einem Düental bei Gaspé, Québec (1976)

ist. LIETH (1964) stellte bei *Potentilla egedii* von der Gaspé Peninsula fest, daß der Chloridgehalt im Bodenwasser von 0,95 bis 1,30 % variiert.

Durch extensive Beweidung wird die Assoziation gefördert, einmal durch Eutrophierung der Standorte, zum andern durch selektiven Verbiß der Halophyten. Bei zu starker Beweidung wird *Potentilla egedii* jedoch von Feldunkräutern verdrängt (NORDHAGEN 1940). Der Einfluß und das Maß der Beweidung in den Beständen ist auch durch die hohe Artnächtigkeit von *Festuca rubra* zu erkennen. Neben den Auswirkungen der Beweidung spielt wohl auch Guanotrophierung eine gewisse Rolle (THANNHEISER 1974).

Synsystematik und Synchorologie

Potentilla egedii Wormsk. s.l. gedeiht im arktischen bis kühlgemäßigten Küstenbereich von Nordeuropa bis Nordamerika (vergl. MEUSEL, JÄGER und WEINERT 1965). An südlicheren Küsten wird der Hemikryptophyt von *Potentilla anserina* L. abgelöst.

In den Floren (FERNALD 1950, ROUSI 1965, SCOGGAN 1978) bestehen noch einige Unklarheiten über die verschiedenen Unterarten von *Potentilla egedii*. Der Verfasser neigt zu der Auffassung - wie HULTEN (1968) -, daß im ostkanadischen Untersuchungsgebiet *Potentilla egedii* Wormsk. ssp. *egedii* var. *groenlandica* (Tratt.) Polunin vertreten sei.

Die synsystematische Bewertung dieser natürlichen, kriechenden Gesellschaft auf alten Spülsaumen ist schwierig. Die ausdauernde Phytozönose ist trotz enger syngenetischer Beziehungen zu den Salzwiesen nicht der Klasse *Juncetea maritima* zuzuordnen; eine synsystematische Einordnung

in die Klasse *Cakiletea maritima* ist ebenfalls abzulehnen.

Daher soll in dieser Arbeit - wenn auch mit Vorbehalt - dem Vorschlag von MIYAWAKI and OHBA (1968) gefolgt werden, die Gesellschaft in dem Verband *Agropyro - Rumicion crispi* (Nordhagen 1940) Tüxen 1950 einstweilen zu belassen. Es stellt sich jedoch die Frage, ob nicht eine andere synsystematische Zuordnung sinnvoller wäre, da im nordborealen Bereich, z.B. auf Newfoundland, der Verband *Agropyro - Rumicion crispi* auszuklingen beginnt. Aus der Literatur ist zu entnehmen, daß Autoren im nordborealen oder arktischen Raum Schwierigkeiten haben, diese Gesellschaft pflanzensoziologisch zu erfassen und zu bewerten (NORDHAGEN 1940, STEINDORSSON 1954).

Das *Potentilletum egedii* wurde in Ostkanada zuerst von BLOUIN et GRANDTNER (1971) vom St. Lawrence River beschrieben und mit einer pflanzensoziologischen Aufnahme belegt, die floristisch mit den eigenen Aufnahmen gut übereinstimmt. Die Gesellschaft ist mit insgesamt 14 registrierten Arten in 20 Aufnahmen ziemlich heterogen. Die durchschnittliche Artenzahl beträgt 4 - 5.

Das *Potentilletum egedii* ist auf Newfoundland geringfügig stärker verbreitet als an den Küsten der übrigen ostkanadischen Provinz (Abb. 150), wo die Gesellschaft nur sporadisch in den Seemarschen vorkommt. In Tabelle 41 kann man diese Ausbildungen am häufigeren Auftreten der begleitenden Salzwiesenarten erkennen.

Tab. 41 : Potentillietum egedii

Nr.d.Aufnahme:	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Größe d.Probefläche (m ²):	1	4	4	4	4	4	4	4	4	4	1	4	4	1	1	10	10	1	1	4
Vegetationsbedeckung (%):	80	99	80	90	55	95	99	95	99	95	80	60	80	95	90	70	99	95	90	99
Artenzahl:	2	2	3	3	3	4	4	5	5	5	5	5	5	5	4	4	4	6	6	6
<u>Kennart d.Ass.:</u>																				
Potentilla egedii	5	5	5	5	4	5	5	5	5	5	5	4	5	5	5	4	5	5	5	5
<u>Kennarten d.höh.Einh.:</u>																				
Festuca rubra agg.	1	4	3	1	2	3	2	3	3	2	2	2	2	2	2	2	4	1	2	.
Agrostis stolonifera	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2	2	3	.	.	.	.
Juncus balticus	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	2	.	.
Hordeum jubatum	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+
<u>Begleiter:</u>																				
Plantago maritima	.	.	.	2	+	2	1	.	1	+	1	+	+	2	1	1	2	+	1	2
Triglochin maritima	.	.	.	.	.	.	2	2	+	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	1
Triglochin gaspense	.	.	.	.	.	.	.	r	r	.	2	+	.	.	.	.	.	.	1	.
Spartina patens	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	1	.	.	.	.	.	2	.	1
Carex paleacea	.	.	+	.	.	.	.	.	1	.	.	2	.	.	.	.	.	.	.	.
Atriplex spec.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	2	+	.	.	.	.	.	.	.
Glaux maritima	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2	2	2
Scirpus americanus	.	.	.	.	.	2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.

Nachweis der Vegetationsaufnahmen:

1	(22.8.75)	Raleigh, Newfoundland
2	(4.8.76)	Pistolet Bay, Newfoundland
3	(22.8.75)	Raleigh, Newfoundland
4	(22.8.76)	Sandy Beach Gaspè, Québec
5	(9.8.75)	Bay Roberts, Newfoundland
6	(29.8.76)	Havre Aubert, Iles de la Madeleine
7	(4.8.76)	Pistolet Bay, Newfoundland
8	(22.8.75)	Pistolet Bay, Newfoundland
9	(22.8.75)	Pistolet Bay, Newfoundland
10	(12.8.76)	Lawrencetown Beach, Nova Scotia
11	(17.6.76)	Gaspè, Québec
12	(16.6.76)	Gaspè, Québec
13	(29.8.76)	Havre Aubert, Iles de la Madeleine
14	(12.9.78)	Coats Pond, Newfoundland
15	(12.9.78)	Riverhead, Newfoundland
16	(14.8.75)	St.Paul, Newfoundland
17	(24.8.75)	Pistolet Bay, Newfoundland
18	(27.8.76)	Tracedie Bay, Prince Edward Island
19	(22.8.76)	Barachois, Québec
20	(23.8.76)	St.Godefroy, Québec

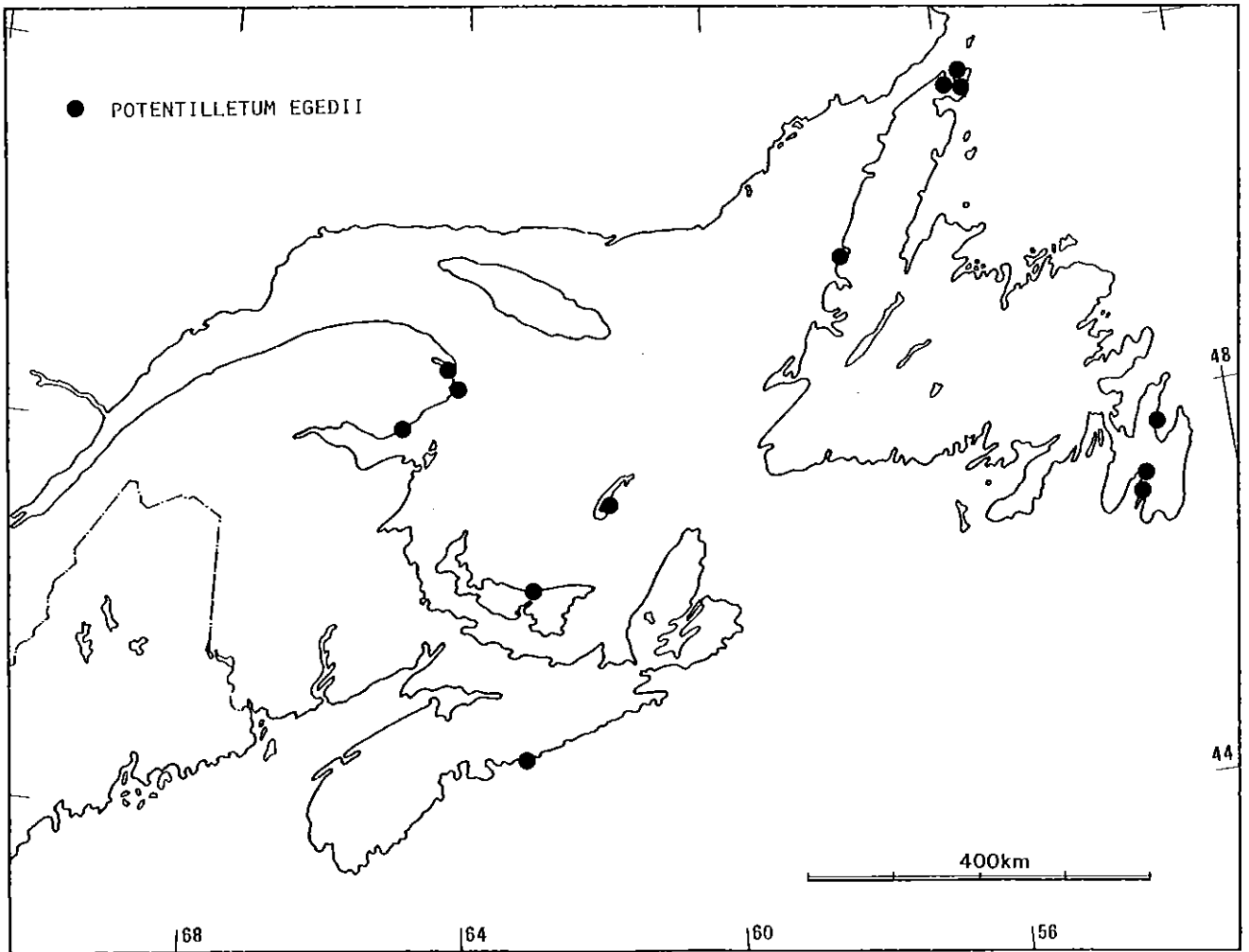


Abb. 150: Verbreitung des *Potentilletum egedii*

ZUSAMMENFASSUNG

In der vorliegenden Darstellung wird ein Überblick über die Vegetation der ostkanadischen Seemarschen, Küstendünen und Spülsäume wiedergegeben.

In den einführenden Abschnitten werden zunächst die physiogeographische Verhältnisse des Untersuchungsgebietes - der gesamte Bereich von S-Labrador und Newfoundland bis Nova Scotia einschließlich der S-Küste des Gulf of St. Lawrence - erörtert. Des Weiteren werden von diagnostisch und floristisch besonders wichtigen Taxa Fundlokalitäten - in erster Linie von der floristisch bislang kaum untersuchten Insel Newfoundland - und Arealkarten (Abb. 11 bis 46) vorgestellt.

Nach einer Einführung zur Methodik der Bestandsuntersuchungen und zur syntaxonomischen Beurteilung und Einteilung der Vegetationseinheiten wird die Vegetation der Marschen, Dünen und Spülsäume nach den folgenden Gesichtspunkten analysiert: Physiographie, Physiognomie, Syndynamik, Synökologie, Synsystematik, Synchorologie, wirtschaftliche Bedeutung und Naturschutz.

Die Studien basieren auf Vegetationsaufnahmen konkreter Pflanzenbestände sowie der Systematisierung und räumlichen Differenzierung. Die verschiedenen Pflanzengesellschaften der ostkanadischen Meeresküste folgen als schmale Zone den Ufern. Mit zunehmender Entfernung vom Ufer nimmt der Einfluß des Meeres auf die einzelnen Zonen ab, und die Florenzusammensetzung ändert sich. Eine unterschiedliche Florenzusammensetzung ist jedoch auch in den einzelnen Provinzen festzustellen und vornehmlich auf die klimatische Einwirkungen zurückzuführen.

Die Aufnahme und Gliederung der Pflanzengesellschaften erfolgt nach der Methode von BRAUN-BLANQUET. Anhand von etwa 1200 pflanzensoziologischen Aufnahmen werden 13 Gesellschaften und 30 Assoziationen aus 8 Klassen beschrieben. Unter ihnen finden sich einige, die auch in Europa vertreten sind. In den Seemarschen konnten 9 Assoziationen neu beschrieben werden. Die gesamten Gesellschaften und Assoziationen der Seemarschen lassen sich in 6

Klassen gliedern, wobei die Klassen *Zostere-tea marinae*, *Ruppiaetea maritima* und *Eleocharitetea parvula* nur durch jeweils eine Assoziation belegt sind. Die Klasse *Thero-Salicorniete* wird durch die *Salicornia europaea* - Gesellschaft repräsentiert. Die Klasse *Spartinetea* setzt sich aus 5 Assoziationen zusammen, und die Klasse *Juncetea maritimi* wird durch 16 Gesellschaften und Assoziationen ausgewiesen.

Die Vegetationseinheiten auf den Küstendünen werden in die Klasse *Honckenyo-Elymetea arenarii* eingeordnet.

Die 13 Therophytengesellschaften (einschließlich 2 Assoziationen) der Spülsäume lassen sich in der Klasse *Cakiletea maritima* zusammenfassen. Als einzige ausdauernde Spülsaum-Gesellschaft im Untersuchungsgebiet wurde das *Potentillum egedi* beobachtet.

Der Schwerpunkt der Arbeit liegt auf den Einzelbeschreibungen der Pflanzengesellschaften. Teilweise werden die physiographischen, physiognomischen und syndynamischen Vorgänge ausführlicher behandelt; auch die Auswirkungen der biotischen Beeinflussung der verschiedenen Strandgesellschaften werden erörtert. Unter den Standortbedingungen, die über die Verteilung der Pflanzengesellschaften im Untersuchungsraum entscheiden, sind der Salz- und der Wasserfaktor die wichtigsten.

Die Synsystematik wird eingehend behandelt, wobei ähnliche Vegetationseinheiten aus anderen holarktischen Gebieten zu Vergleichszwecken mit hinzugezogen werden. Die einzelnen Gesellschaften werden durch Originaltabellen mit Einzelaufnahmen belegt; nur von den beiden Hauptassoziationen der Dünenvegetation wurde aus Platzmangel von dem bereits bekannten und dem jetzt in Ostkanada neu erarbeiteten Aufnahmematerial jeweils eine synthetische Tabelle erstellt.

Die Areale der Pflanzengesellschaften werden durch Verbreitungskarten dokumentiert.

Zur Veranschaulichung der Beobachtungen dienen die zahlreichen Skizzen; an repräsentativen Vegetationsprofilen soll die Abfolge der Pflanzengesellschaften an der Küste dargestellt werden.

SUMMARY

The present treatise provides a survey of the vegetation of coastal marshes, dunes and littoral zones in eastern Canada.

The introductory chapters present the physiogeographical conditions in the study areas including all of maritime Canada, from southern Labrador, Newfoundland, to Nova Scotia and the southern shore of the Gulf of St. Lawrence. In addition, areal maps (figs. 11 - 46) and localities of diagnostic and floristically important taxa are presented mainly for the hitherto floristically little studied island of Newfoundland.

The introduction to the methodology, the floristic surveys and to the syntaxonomic evaluation and identification of vegetation units is followed by an analysis of the vegetation of the dunes and littoral fringe zones emphasizing the following aspects: physiography, physiognomy, syndynamics, synecology, synsystematics, synchronology, economic importance and conservation.

The research is based on floristic surveys of specific plant communities as well as on systematizing and areal differentiation. The various plant communities along the eastern Canadian coast follow the shoreline in narrow zones. The maritime influence on the individual zones decreases with distance from the shoreline. Accordingly, the floristic composition changes as well. In the individual provinces a differentiated floristic composition is also noted due to climatic influences.

The recording and identification of the plant communities was made according to the BRAUN-BLANQUET method. Thirteen communities and 30 associations from eight classes are described, based on circa 1,200 plant sociological surveys; among these are also some known in European regions.

New descriptions were established for nine associa-

tions in coastal marshes. All communities and associations in the coastal marshes can be divided into six classes. The classes *Zosteretea marinae*, *Ruppiaetea maritima* and *Eleocharitetea parvulae* were each represented by only one association. The *Thero-Salicornietea* is only indicated by the *Salicornia europaea* community. The *Spartinetea* class consists of five associations; the *Juncetea maritimi* class shows 16 communities and associations.

The vegetational units in the coastal dunes were grouped with *Honckenyo-Elymetea arenarii* class.

In the littoral fringes, 13 therophyte communities (incl. two associations) can be included in the *Cakiletea maritima* class. *Potentilletum egedii* was observed to be the only persistent community in the littoral fringe.

The emphasis of the study lies on the individual descriptions of plant communities. Some of the physiographic, physiognomic and syndynamic processes are discussed in depth as well as the impact of biotic influences on the different beach communities.

Salt and water were established as being the most important factors affecting the local conditions crucial for the distribution of plant communities in the study area.

Synsystematics is discussed in detail with particular reference to similar vegetational units compared from other holarctic regions. The individual communities are identified by original tables based on separate surveys. Because of lack of space, the two major associations of dune vegetation are presented in tables compiled from existing and recently collected survey data from eastern Canada.

The extent of the plant communities are documented in distribution maps.

The observations are visually presented in sketches; vegetational profiles show the succession of plant communities along the coast.

LITERATURVERZEICHNIS

- ADAMS, D.A. - 1963 - Factors influencing vascular plant zonation in North Carolina salt marshes. - *Ecology* 44: 445 - 456
- ADRIANI, M.J. - 1945 - Sur la phytosociologie, la synécologie et le bilan d'eau de halophytes de la région néerlandaise méridionale ainsi que méditerranée français. - Groningen, 207 pp.
- - -, - 1958 - Halophyten. *Handbuch der Pflanzenphysiologie* 4: 709 - 736
- AELLEN, P. - 1960 - *Chenopodiaceae*. In: HEGI, G. (Ed.): *Illustrierte Flora von Mitteleuropa*. - 2. Aufl., München
- ALLEN, W.T.R. - 1964 - Break-up and freeze-dates in Canada. - *Can. Dept. Transport, Meteor. Branch, CIR 4116*, 201 pp.
- ALMQUIST, E. - 1929 - Upplands vegetation och flora. - *Acta Phytogeogr. Suecica* 1: 1 - 624
- ANONYMUS - 1959 - The Venice system for classification of marine waters according to salinity. In: *Symposium on the classification of brackish waters, 1958, Venice*. - *Arch. Oceanogr. Limnol., Suppl.* 11: 1 - 248
- ARNDT, E.A. (Ed.) - 1969 - *Zwischen Düne und Meeresgrund*. - Urania Verlag, Leipzig
- BACH, R., R. KUOCH und M. MOOR - 1962 - Die Nomenklatur der Pflanzengesellschaften. - *Mitt. flor.-soz. Arb.Gem., N.F.* 9: 301 - 308
- BAKKER, J.P. - 1976 - Phytogeographical aspects of the vegetation of the outer dunes in the Atlantic provinces of Europe. - *J. Biogeogr.* 3: 85 - 104
- BARKMAN, J.J., H. DOING und S. Segal - 1964 - Kritische Bemerkungen und Vorschläge zur quantitativen Vegetationsanalyse. - *Acta Bot. Neerl.* 13: 394 - 419
- BARKMAN, J.J., J. MORAVEC und S. RAUSCHERT - 1976 - Code der pflanzensoziologischen Nomenklatur. - *Vegetatio* 32 (3): 131 - 185
- BARNES, R.S. (Ed.) - 1977 - *The coastline*. - Cambridge, 368 pp.
- BASSETT, I.J. - 1973 - The Plantains of Canada. - *Dep. Agricult., Res. Branch Monogr.* 7: 1 - 47
- BASSETT, I.J. and C.W. CROMPTON - 1973 - The genus *Atriplex* (*Chenopodiaceae*) in Canada and Alaska. III. Three hexaploid annuals: *A. subspicata*, *A. gmelinii*, and *A. alaskensis*. - *Canad. J. Bot.* 51: 1715 - 1723
- BASSETT, I.J. and C.W. CROMPTON - 1978 - The genus *Suaeda* (*Chenopodiaceae*) in Canada. - *Canad. J. Bot.* 56: 581 - 591
- BEEFTINK, W.G. - 1965 - Salt marsh communities of the Southwest-Netherlands in relation to the European halophytic vegetation. - *Med. Landbouwhogeschool Wageningen*, 167 pp.
- - -, - 1968 - Die Systematik der europäischen Salzpflanzengesellschaften. In: TOXEN, R. (Ed.): *Pflanzensoziologische Systematik*. - *Ber. Int. Symp. (1964)*, 139 - 163
- - -, - 1972 - Übersicht über die Anzahl der Aufnahmen europäischer und nordafrikanischer Salzpflanzengesellschaften für das Projekt der Arbeitsgruppe für Datenverarbeitung. In: TOXEN, R. (Ed.): *Grundlagen und Methoden in der Pflanzensoziologie*. - *Ber. Int. Symp. (1970)*, 371 - 396
- - -, 1977 - The coastal salt marshes of western and northern Europe: an ecological and phytosociological approach. In: CHAPMAN, V.J. (Ed.): *Net coastal ecosystems*. - *Ecosystems of the world* 1: 109 - 155
- BEEFTINK, W.G. et J.-M. GEHU - 1973 - *Spartina maritima* e. - *Prodromus Europ. Pflanzenges.* 1: 1 - 43
- BEGUIN, C. et O. HEGG - 1975 - Quelques associations d'associations (sigmassociations) sur les anticlinaux Jurrassiens recouverts d'une végétation naturelle potentielle (essai d'analyse scientifique du paysage). - *Doc. phytosoc.* 9-14: 9 - 18
- BENECKE, W. - 1930 - Zur Biologie der Strand- und Dünenflora I. - *Ber. dt. Bot. Ges.* 48: 127 - 139
- BENSON, L. - 1948 - A treatise on the North American Ranunculi. - *Amer. Midl. Nat.* 40: 1 - 261
- BLOUIN, J.L. et M.M. GRANDTNER - 1971 - Etude écologique et cartographie de la végétation du Compté de Rivière-du-Loup. - Québec, 370 pp.
- BLUM, J.L. - 1968 - Salt marsh *Spartinas* and associated algae. - *Ecol. Monogr.* 38: 199 - 221
- BOORMAN, L.A. - 1971 - Studies in salt marsh ecology with special reference to the genus *Trimonium*. - *J. Ecol.* 59: 103 - 120
- BOUCHARD, A. - 1974 - The coastal plain vegetation of the Gros Morne National Park. - *Dep. of Indian Aff. and North. Development, Nat. and Historic Parks Branch*. 71 - 186, Ottawa
- BOUCHARD, A. and S. HAY - 1976 - The vascular flora of the Gros Morne National Park coastal plain, in Newfoundland. - *Rhodora* 78: 207 - 260
- BOYCE, S.G. - 1954 - The salt spray community. - *Ecol. Monogr.* 24: 29 - 67
- BOYD, C.E. - 1970 - Production, mineral accumulation and pigment concentrations in *Typha latifolia* and *Scirpus americanus*. - *Ecology* 51: 902 - 906
- BRAUN-BLANQUET, J. - 1936 - Über die Trockenrasengesellschaften des *Festucion vallesiacae* in den Ostalpen. - *Ber. Schweiz. Bot. Ges.* 46
- - -, - 1951 und 1964 - *Pflanzensoziologie*. - 2. und 3. Aufl., Wien. 865 pp.
- BRAUN-BLANQUET, J. und W.C. DE LEEUW - 1936 - Vegetations-skizze von Ameland. - *Nederland. Kruidk. Arch.* 46: 359 - 393
- BRAUN-BLANQUET, J. und R. TÜXEN - 1952 - *Irische Pflanzengesellschaften*. - *Veröff. Geobot. Inst. Rübel* 25: 224 - 421, Zürich
- BRITTON, N.L. and A. BROWN - 1970 - *An illustrated flora of the Northern United States and Canada*. - Dover Publ. New York, 3 Bde.
- CALDER, J. A. and R.L. TAYLOR - 1968 - *Flora of the Queen Charlotte Islands Pt. 1* - *Res. Branch. Can. Dep. of Agric., Monogr.* 4 (1): 1 - 659
- CANADIAN HYDROGRAPHIC SERVICE - 1972 - *Canadian Tide and Current Tables. Gulf of St. Lawrence*. - Ottawa, 59 pp.
- CHAPMAN, V.J. - 1937 - A note on salt marshes of Nova Scotia. - *Rhodora* 39: 53 - 57
- - -, - 1940 - Successions on the New England salt marshes. - *Ecology* 21: 279 - 282
- - -, - 1940 - Studies in salt-marsh ecology. Sections VI and VII. Comparison with marshes on the east coast of North America. - *J. Ecol.* 28 (1): 118 - 152
- - -, - 1959 - Salt marshes and ecological terminology. - *Vegetatio* 8 (4): 215 - 234

- CHAPMAN, V.J. - 1970 und 1974 - Salt marshes and salt deserts of the world. - Lehre, 392 pp.
- - - , - 1974 - Salt marshes and salt deserts of the world. In: REIMOLD, R.J. and W.H. QUEEN (Eds.): Ecology of Halophytes. - Acad. Press, New York, 3 - 22
- - - , - 1976 - Coastal vegetation. - 2. ed., Pergamon Int. Lib., 292 pp.
- CHRISTIANSEN, W. - 1927 - Die Außendeichsvegetation von Schleswig-Holstein mit besonderer Berücksichtigung von Föhr. - Föhrer Heimatbücher 16: 3 - 29
- - - , - 1934 - Das pflanzengeographische und soziologische Verhalten der Salzpflanzen mit besonderer Berücksichtigung von Schleswig-Holstein. - Beitr. Biol. Pfl. 22 (2)
- - - , - 1960 - Vegetationsstudien auf Helgoland. - Schr. Naturw. Ver. Schleswig-Holstein 31: 3 - 24
- COASTAL ENVIRONMENTS OF CANADA - 1977 - The impact and clean up of oil spills. - Fisherung and Environment Canada, Economic and Technical Review Reports EPS-3-EC-77-13, 413 pp.
- CONARD, H.S. - 1935 - The plant associations of Central Long Island. - Amer. Midland Natural. 16: 433 - 516
- CORILLON, R. - 1953 - Les Halipêdes du Nord de la Bretagne. - Rev. Gén. Bot. 60: 609 - 658 und 707 - 775
- DAHL, E. und E. HADAC - 1941 - Strandgesellschaften der Insel Ostøy im Oslofjord. - Nytt. Mag. Naturvid. 82: 251 - 312
- DAHLBECK, N. - 1945 - Strandwiesen am südöstlichen Öresund. - Acta Phytogeogr. Suec. 18: 1 - 168
- DAMMAN, A.W.H. - 1965 - The distribution pattern of northern and southern elements in the flora of Newfoundland. - Rhodora 67: 363 - 392
- DANSEREAU, P. - 1959 - Phytogeographia Laurentiana II. The principal plant associations of the Saint Lawrence valley. - Contr. Inst. Bot. Univ. Montreal 75: 1 - 147
- DIEREN, J.W. VAN - 1934 - Organogene Dünenbildung, eine geomorphologische Analyse der westfriesischen Insel Terschelling mit pflanzensoziologischen Methoden. - Diss. Amsterdam, 304 pp.
- DIONNE, J.-C. - 1968 - Schorre morphology on the south shore of the St. Lawrence estuary. - Amer. J. Sci. 266: 380 - 388
- - - , - 1974 - Polished and striated mud surface in the St. Lawrence tidal flats. - Can. J. Earth Sci. 11 (6): 860 - 866
- DOYON, D. - 1975 - Etude éco-dynamique de la végétation du Compté de Lévis. - Agriculture Québec, Mém. 1: 1 - 422
- DUNCAN, W.H. - 1974 - Vascular halophytes of the Atlantic and Gulf coasts of North America, north of Mexico. In: REIMOLD, R.J. and W.H. QUEEN (Eds.): Ecology of halophytes, 23 - 50
- DU RIETZ, G.E. - 1925 - Die Hauptzüge der Vegetation der Insel Jungfrun. - Svensk Bot. Tidskr. 19: 323 - 346
- DU RIETZ, G.E. och G. DU RIETZ - 1925 - Floristiska anteckningar fran Blekinge skärgård. - Bot. Not. 1925, 66 - 76
- EIGNER, J. - 1973 - Zur Standorts-, Ausbreitungs- und Keimungsökologie des Meerkohls (*Cyanbe maritima* L.). - Diss. Bot. 25
- EKLUND, O. - 1931 - Ober die Ursachen der regionalen Verteilung der Schärenflora Südwest-Finnlands. - Acta Bot. Fennica 8: 1 - 133
- ELLENBERG, H. - 1963 und 1978 - Vegetation Mitteleuropas mit den Alpen. - Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart, 981 pp.
- - - , - 1973 - Versuch einer Klassifizierung der Ökosysteme nach funktionalen Gesichtspunkten. In: Ökosystemforschung, 235 - 265
- ELVELAND, J. - 1976 - Myrar pa Storön vid. Norrbottens-kusten. - Wahlenbergia 3: 1 - 273
- ERNST, W. - 1969 - Beiträge zur Kenntnis der Ökologie europäischer Spülsaumgesellschaften. I. Mitteilung: Sand- und Kiesstrände. - Mitt. flor.-soz. Arb.Gem., N.F. 14: 86 - 94
- FERNALD, M.L. - 1914 - The variations of *Ranunculus cymbalaria*. - Rhodora 16: 160 - 163
- - - , - 1929 - Some relationships of the floras of the Northern Hemisphere. - Proc. Int. Congr. Plant Sci. 2: 1487 - 1507
- - - , - 1950 und 1970 - Gray's Manual of Botany. - 8. revidierte und verbesserte Aufl., Amer. Book Co. New York, 1632 pp.
- FERNALD, M.L. and C.A. WETHERBY - 1916 - The Genus *Puccinellia* in Eastern North America. - Rhodora 18, 1 - 23
- FUKAREK, F. - 1961 - Die Vegetation des Darß und ihre Geschichte. - Pflanzensoziologie 12: 1 - 321
- - - , - 1969 - Pflanzen des Strandes und der Bodden-gewässer. In: ARNDT, E.A. (Ed.): Zwischen Düne und Meeresgrund, 102 - 152
- GALIANO, F.E. - 1959 - Notas fitosociológicas sobre el Este de Canada. - An. Bot. Cavanillos Madrid 17 (2): 1 - 30
- GAERTNER, K.-H. - 1961 - Die Vegetationsverhältnisse der Wiesen am Barsbecker See. - Mitt. Arb.Gem. Floristik Schleswig-Holstein/Hamburg 9: 65 - 174
- GAUTHIER, B. et V. LAVOIE - 1973 - Etude préliminaire de la végétation du littoral: 'Bras-Nord' de l'Isle d'Orléans-Québec. - Québec, 286 pp.
- GEHU, J.-M. - 1969 - Les associations végétales des dunes mobiles et des bordures de plages de la côte atlantique française. - Vegetatio 18: 122 - 166
- - - , - 1973 - L'E l e o c h a r i t e t u m p a r v u l a e Gillner 1960 de la 'new Forest', Hauts-England. - Doc. Phytosoc. 4: 44 - 46
- - - (Ed.) - 1975 - La végétation des dunes maritimes. - Coll. Phytosoc. 1: 1 - 283
- - - , - 1975 - Approche phytosociologique synthétique de la végétation des vases salées du littoral atlantique français. (Synsystematique et Synchorologie). - Coll. Phytosoc. 4: 395 - 462
- GESSNER, F. - 1957 - Meer und Strand - Berlin, 180 pp.
- GILLHAM, M.E. - 1953 - An ecological account of the vegetation of Grassholm Island, Pembrokeshire. - J. Ecol. 41: 84 - 99
- GILLNER, V. - 1955 - Strandängsvegetation i Nord-Norge. - Svensk Bot. Tidskr. 49 (1 - 2): 217 - 228
- - - , - 1960 - Vegetations- und Standortsuntersuchungen in den Strandwiesen der schwedischen Westküste. - Acta Phytogeogr. Suec. 43: 1 - 198
- GRANDTNER, M.M. - 1966 - Observations sur la végétation des marais des Iles-de-la-Madeleine. - Natural. Can. 93: 771 - 777
- - - , - 1967 - Les ressources végétales des Iles-de-la-Madeleine. - Fonds recherches forest. Univ. Laval, Québec, 10: 1 - 53
- - - , - 1968 - Quelques observations sur la végétation psammophile des Iles-de-la-Madeleine. - Coll. Bot. 7 (25): 519 - 530

- GRANDTNER, M.M. - 1974 - Le *Caikiletum edentulae* des Iles-de-la-Madeleine. - Doc. Phytosoc. 7 - 8: 35 - 44
- - - , - 1975 - Les marais salés du parc national Forillon Québec, Canada. - Coll. Phytosoc. 4: 171 - 179
- - - (ed.) - 1976 und 1977 - Guide de l'Excursion Internationale Nord-Américaine. - Québec, 176 pp.
- GRANT, D.R. - 1975 - Recent coastal submergence of the Maritime Provinces. - Proc. N.S. Inst. Sci. 27 (Suppl.): 83 - 102
- GRAVESEN, P. and P. VESTERGAARD - 1969 - Vegetation of a danish off-shore barrier island. - Bot. Tidsskr. 65: 44 - 99
- HADAC, E. - 1946 - The plant-communities of Sassen Quarter, Vestspitsbergen. - Stud. Bot. Cechiva 7: 127 - 164
- - - , 1970 - Sea-shore communities of Reykjanes Peninsula II.- Folia Geobot. Phytotax. 5: 133 - 144
- HARTOG, C. DEN - 1970 - The sea-grasses of the world. - Verh. Kong. Ned. Akad. Wetensk. Afd. Natuurk., Ser. II, 59(1): 1 - 275
- - - , - 1975 - Structure of seagrass communities and its impact on the phytosociological classification system.- Coll. phytosoc. 4: 249 - 256
- - - , - 1977 - Structure, function and classification in seagrass communities.- Marine sci. 4: 89 - 121
- HARTOG, C. DEN & S. SEGAL - 1964 - A new classification of the waterplant communities.- Acta Bot. Neerlandica 13(3): 367 - 393
- HEYKENA, A. - 1965 - Vegetationstypen der Küstendünen an der östlichen und südlichen Nordsee.- Mitt. ArbGem. Floristik Schlesw.-Holst./Hamburg 13: 1 - 135
- HINDE, H. P. - 1954 - The vertical distribution of salt marsh phanerogams in relation to tide level.- Ecol. Monogr. 24: 209 - 225
- HINTZ, R. A. - 1955 - Die Entwicklung der Schleimündung.- Meyniana 4: 66 - 77
- HULTEN, E. - 1950 - Atlas över växternas utbredning i Norden.- Stockholm, 512 pp.
- - - , - 1958 - The amphiatlantic plants.- Kungl. Svenska Vet.-Akad. Handl., 4. Ser., 7(1): 1 - 340
- - - , - 1962 - The circumpolar plants I.- idem, 8(5): 1 - 275
- - - , - 1968 - Flora of Alaska and neighboring territories.- Stanford, Cal., 1008 pp.
- - - , - 1971 - The circumpolar plants II.- Kungl. Svenska Vet.-Akad. Handl., 4. Ser., 13(1): 1 - 463
- ICE - 1972 - Ice summary and analysis. Eastern Canadian Seaboard.- Environment Canada, Ottawa
- - - , - 1974 - Ice summary and analysis. Eastern Canadian Seaboard. - Environment Canada, Ottawa
- INGRAM, R.G. - 1967 - Ice drift in the Gulf of St. Lawrence. - M. Sc. Thesis. McGill University, Montreal
- ISHIZUKA, K. - 1966 - Ecology of the ornithophilous plant communities on breeding places of the black-tailed gull, *Larus crassirostris*, along the coast of Japan. I. Vegetation analysis. - Ecol. Rev. 16: 229 - 244
- IVERSEN, J. - 1936 - Biologische Pflanzentypen als Hilfsmittel in der Vegetationsforschung. - Medd. fra Skalling-labor. 4: 1 - 224
- - - , - 1953 - The zonation of the salt marsh vegetation of Skallingen 1931 - 34 and in 1952. - Geogr. Tidsskr. 52: 113 - 118
- JACKSON, C.R. - 1952 - Some topographic and edaphic factors affecting distribution in a tidal marsh. - Quart. J. Florid. Acad. Sci. 15: 137 - 146
- JESCHKE, L. - 1968 - Die Vegetation der Insel Rügen. - Natur Naturschutz in Mecklenb. 4: 111 - 138
- KALELA, A. - 1939 - Über Wiesen und wiesenartige Pflanzengesellschaften auf der Fischer-Halbinsel in Petsamo-Lappland. - Acta Forest. Fenn. 48 (2): 1 - 523
- KAISER, E. - 1926 - Die Diamantenwüste Südwest-Afrikas. - Berlin
- KEEFE, C.W. - 1972 - Marsh production: A summary of the literature. - Contr. Marine Sci. 16: 163 - 181
- KLEMENT, O. - 1953 - Die Vegetation der Nordseeinsel Wangerooe. - Veröff. Inst. Meeresforsch. Bremerhaven 2: 27B - 379
- KLOSS, K. - 1969 - Salzvegetation an der Boddenküste Westmecklenburgs (Wismar-Bucht). - Natur Naturschutz in Mecklenb. 7: 77 - 144
- KLOSS, K. und M. SUCCOW - 1966 - Karten zur Pflanzengeographie Mecklenburgs. 3. Reihe, Salz- und Strandpflanzen (1. Teil). - Wiss. Z. Univ. Greifswald, Math.-Nat. R. 15: 9 - 40
- KNAPP, R. - 1957 - Über die Gliederung der Vegetation von Nordamerika. - Geobot. Mitt. 4: 3 - 63
- - - , - 1964 - Höhere Vegetationseinheiten einiger Gebiete der holarktischen und neotropischen Florenreiche. - idem 28: 1 - 11
- - - , - 1965 - Die Vegetation von Nord- und Mittelamerika und der Hawai-Inseln. - Vegetationsmonogr. d. einz. Großräume 1: 1 - 373
- - - , - 1975 - Mehrjährige supra-littorale Salzmarsch-Gesellschaften an den Küsten von Nord-Amerika. - Coll. Phytosoc. 4: 181 - 191
- KNIGHT, J.B. - 1934 - A salt marsh study. - Amer. J. Sci. 28: 161 - 181
- KÖNIG, D. - 1960 - Beiträge zur Kenntnis der deutschen Salicornien. - Mitt. flor.-soz. Arb.Gem., N.F. 8: 5 - 58
- KÖTTER, F. - 1961 - Die Pflanzengesellschaften im Tidegebiet der Unterelbe. - Arch. Hydrobiol., Suppl. 16: 106 - 184
- KORTEKAAS, W.M., E. Van der MAAREL and W.G. BEEFTINK - 1976 - A numerical classification of european *Spartina* communities. - Vegetatio 33 (1): 51 - 60
- KORTSCHAGIN, A.A. - 1935 - Die Vegetation (der Wiesen und Moore) des Meeresalluvium des Mesener Bucht und Tschescheskaja Guba. - Inst. Bot. Acad. Sci. URSS, 344 pp.
- KRAUSE, W. - 1958 - Ruderalpflanzen. - Handbuch der Pflanzenphysiologie 4: 737 - 753
- KREEB, K. - 1974 - Pflanzen an Salzstandorten. - Naturwissenschaften 61: 337 - 343
- KRISTIANSEN, J.N. - 1977 - A phytosociological and synchorological contribution to the *Caricetum subspathaceae* and the *Festuco-Caricetum glareosa* on saltmarshes in Northern Norway. - Astarte 10: 107 - 121
- - - , - 1978 - Noen strandenger i Nord-Morge. - Polarflokken 2 (1): 14 - 21
- KUBIENA, W. - 1953 - Bestimmungsbuch und Systematik der Böden Europas. - Stuttgart, 388 pp.

- LACOURSIERE, E. et M.M. GRANDTNER - 1972 - Les groupements végétaux ripariens entre Sainte-Famille et la pointe d'Argentenaya Ile d'Orleans, Québec. - *Natural. can.* 99: 469 - 507
- LAMOUREUX, G. et M.M. GRANDTNER - 1977 - Contribution à l'étude écologique des dunes mobiles. I. Les éléments phytosociologiques. - *Can. J. Bot.* 55 (2): 158 - 171
- - - , - 1978 - Contribution à l'étude écologique des dunes mobiles, II. Les conditions édaphiques. - *Can. J. Bot.* 56 (7): 818 - 832
- LEIVISKÄ, I. - 1908 - Über die Vegetation an der Küste des Bottnischen Meerbusens zwischen Tornio und Kokkola. - *Fennia* 27: 1 - 209
- LEPAGE, E. - 1976 - Un *Carex* hybride et deux variétés nouvelles de graminées. - *Natural. can.* 103: 387 - 390
- LIBBERT, W. - 1940 - Die Pflanzengesellschaften der Halbinsel Darß. - *Feddes Rep. Spec. Nov. Regni. Veg. Beih.* 114: 1 - 95
- LID, J. - 1963 - Norsk og svensk flora. - Oslo, 800 pp.
- - - , - 1964 - The flora of Jan Mayen. - Norsk Polarinst. Skr. 130: 1 - 107
- LIETH, H. - 1964 - Beziehungen zwischen Bodensalinität und dem Vorkommen von Pflanzenarten in den Salzmarschen der Gaspé-Halbinsel. In: KREEB, K. (ed.): Beiträge zur Phytologie, 1 - 17
- LINNÉ, C. von - 1764 - Reisen durch Oeland und Gotland. - Halle 364 pp.
- LÖVE, D. and H. LIETH - 1961 - *Triglochin gaspense*, a new species of arrow grass. - *Can. J. Bot.* 39: 1261 - 1272
- LÖVE, A. and Doris LÖVE - 1956 - Chromosomes and taxonomy of eastern North America *Polygonum*. - *idem.* 34: 501 - 521
- LORIENTE, E. - 1975 - Sobre la vegetación de las clases 'Zosteretea' y 'Spartinetea maritima' de Santander. - *Anal. Inst. Bot. Cavanilles* 31 (2): 179 - 189
- LORING, D.H. and D.J.G. Nota - 1969 - Mineral dispersal patterns in the Gulf of St. Lawrence. - *Rev. Geogr.* 23: 289 - 305
- MANN, K.H. - 1972 - Ecological energetics of the seaweed zone in a marine bay on the Atlantic coast of Canada. I. Zonation and biomass of seaweeds. - *Mar. Biol.* 12: 1 - 10
- MARIE-VICTORIN, Frère - 1938 - Phytogeographical problems of Eastern Canada. - *Amer. Midl. Natural.* 19: 489 - 558
- - - , - 1964 - Flore laurentienne. - Montreal, 924 pp.
- MARTIN, W.E. - 1959 - The vegetation of Island Beach State Park, New Jersey. - *Ecol. Monogr.* 29: 1 - 46
- MATHESON, K.M. - 1967 - The meteorological effect on ice in the Gulf of St. Lawrence. - McGill University, Montréal, Marine Sci. Centra, Unpubl. Rept. 3: 1 - 110
- MCCANN, S.B. and E.A. BRYANT - 1970 - Beach processes and shoreline changes, Kouchibouguac Bay, New Brunswick. - *Maritime Sediments* 6: 116 - 117
- MEUSEL, H., E. JÄGER und E. WEINERT - 1965 - Vergleichende Chorologie der zentraleuropäischen Flora. Text- und Kartenband. - Gustav Fischer Verlag, Jena
- MICHAELIS, H., T. OHBA und R. TOXEN - 1971 - Die *Zostera*-Gesellschaften der niedersächsischen Watten. - Jahresber. Forschungsst. Insel-/Küstenschutz nieders. Wasserwirtschaftsverw. (1969) 21: 87 - 100
- MIYAWAKI, A. und T. OHBA - 1965 - Studien über Strand-Salzwiesengesellschaften auf Ost-Hokkaido (Japan). - *Sci. Rep. Yokohama Nat. Univ.* 2 (12): 1 - 25
- - - , - 1968 - Salzwiesengesellschaften an den NÖ-Küsten Hokkaidos (Japan). In: TOXEN, R. (ed.): Pflanzensoziologische Systematik. - Ber. Int. Symp. (1964), 264 - 272
- - - , - 1969 - Studien über die Strand-Salzwiesengesellschaften auf Honschu, Shikoku und Kiushu (Japan). - *Sci. Rep. Yokohama Nat. Univ.* 2 (15): 1 - 23
- MÜLLER, H. - 1975 - Soziologisch-ökologische Untersuchungen der Sandküstenvegetation an der Schleswig-Holsteinischen Ostsee. - *Mitt. Arb. Gem. Geobot. Schleswig-Holstein/Hamburg* 26: 1 - 166
- MOLENAAR, J.G. DE - 1974 - Vegetation of Angmagssalik District, Southeast Greenland. I. Littoral Vegetation. - *Medd. Grönl.* 198 (1): 1 - 79
- MOORING, M.T., A.W. COOPER and E.D. SENECA - 1971 - Seed germination and evidence for height ectophenes in *Spartina alterniflora* from North Carolina 1970. - *Amer. J. Bot.* 58: 48 - 55
- MÜLLER, W. - 1970 - Zur Genese und Klassifizierung der Marschböden. - *Mitt. dt. bodenkundl. Ges.* 10
- NEU, H.J.A. - 1972 - Extreme wave height distribution along the Canadian Atlantic coast. - *Ocean Industry* (July 1972), 45 - 49
- NICHOLS, G.E. - 1918 - The vegetation of northern Cape Breton Island, Nova Scotia. - *Trans. Connecticut Acad.* 22: 249 - 467
- NIXON, S.W. and C.A. OVIATT - 1973 - Ecology of a New England salt marsh. - *Ecol. Monogr.* 43: 463 - 498
- NORDHAGEN, R. - 1923 - Vegetationsstudien auf der Insel Utsire im westlichen Norwegen. - Bergens Museums Aarbok 1920 - 21, Naturv. rek. 1: 1 - 149
- - - , - 1940 - Studien über die maritime Vegetation Norwegens. I. Die Pflanzengesellschaften der Tangwälder. - *idem.* 1939 - 40, 2: 1 - 123
- - - , - 1954 - Studies on the vegetation of salt and brackish marshes in Finnmark, Norway. - *Vegetatio* 20 (5 - 6): 381 - 394
- - - , - 1955 - Studies on some plant communities on sandy river banks and seashores in Eastern Finnmark. - *Arch. Soz. Zool. Bot. Fenn. 'Vanamo', Suppl.* 9: 207 - 225
- - - , - 1963 - Studies on *Polygonum oxyspermum* Mey. et Bge., *Polygonum raji* Bab. and *P. raji* subsp. *norvegicum* Sam. - *Norske Vid. Akad. Avhandl., I. Math.-naturv. kl., ny ser.* 5: 1 - 35
- OHBA, T. - 1972 - Übersicht über die Salzwiesengesellschaften Japans. In: TOXEN, R. (ed.): Grundfragen und Methoden in der Pflanzensoziologie. - Ber. Int. Symp. (1970), 413 - 418
- OHBA, T., A. MIYAWAKI und R. TOXEN - 1973 - Pflanzengesellschaften der japanischen Dünen-Küsten. - *Vegetatio* 26: 1 - 143
- OLSSON, H. - 1974 - Studies on South Swedish sand vegetation. - *Acta Phytogeogr. Suec.* 60: 1 - 170
- OOSTING, H.J. - 1945 - Tolerance to salt spray of plants of coastal dunes. - *Ecol.* 26: 85 - 89
- OOSTING, H.J. and D.W. BILLINGS - 1942 - Factors affecting vegetational zonation on coastal dunes. - *idem.* 23: 131 - 142
- OSTENFELD, C.H. - 1908 - The land-vegetation of the Faeroers. In: WARMING, E.: Botany of the Faerörs 3
- OWENS, E.H. - 1974 - A framework for the definition of coastal environments in the southern Gulf of St. Lawrence. In: Offshore Geology of Eastern Canada Vol. 1. - *Geol. surv. paper* 74-30, 47 - 76

- OWENS, E.H. et al. - 1977 - Coastal environments, oil spills and clean-up programs in the Bay of Fundy. - Fishing and Environment, Canada. Economic and Technical Review Rep. EPS-3-EC-77-9, 175 pp.
- PASSARGE, H. - 1964 - Pflanzengesellschaften des nordostdeutschen Flachlandes I. - Pflanzensoz. 13: 1 - 324
- PASSARGE, Gerda und H. - 1973 - Zur soziologischen Gliederung von Sandstrandgesellschaften der Ostseeküste. - Feddes Rep. 84 (3): 231 - 258
- PATRIQUIN, D.G. and C. Keddy - 1978 - Nitrogenase activity (acetylene reduction) in a Nova Scotian salt marsh: its association with angiosperms and the influence of some edaphic factors. - Aquatic Bot. 4: 227 - 244
- PAUL, K.H. - 1944 - Morphologie und Vegetation der Kurischen Nehrung. I. Gestalt und Bodenformen in ihrer Abhängigkeit von der Pflanzendecke. - Nova Acta Leopoldina, N.F. 13 (96): 217 - 375
- - - , - 1953 - Morphologie und Vegetation der Kurischen Nehrung. II. - idem. 16 (113): 262 - 348
- PETHICK, J. - 1974 - The distribution of salt pans on tidal salt marshes. - J. Biogeogr. 1: 57 - 62
- PHLEGER, C.F. - 1971 - Effect of salinity on growth of a salt marsh grass. - Ecol. 52: 908 - 911
- PIELOU, E.C. and R.D. ROUTLEDGE - 1976 - Salt marsh vegetation latitudinal gradients in the zonation pattern. - Oecologia 24 (4): 311 - 321
- POLUNIN, N. - 1948 - Botany of the Canadian Eastern Arctic. III. Vegetation and ecology. - Nat. Mus. of Canada, Bull. 104, Biol. Ser. 32: 1 - 304
- POORE, M.E.D. and V.C. ROBERTSON - 1948 - The vegetation of St. Kilda in 1948. - J. Evol. 37: 82 - 99
- RAABE, E.-W. - 1965 - Sukzessionsstudien an Salzrasen. - Die Heimat 72 (10): 312 - 316
- RANWELL, D.S. - 1961 - *Spartina* salt marshes in southern England. I. The effects of sheep grazing at the upper limits of *Spartina*-marsh in Bridgewater Bay. J. Ecol. 49: 325 - 344
- - - , - 1972 - Ecology of salt marshes and sand dunes. - London, 258 pp.
- RAUSCHERT, S. - 1963 - Beitrag zur Vereinheitlichung der soziologischen Nomenklatur. - Mitt. flor.-soz. Arb.Gem., N.F. 10: 232 - 249
- REGEL, K. - 1923 - Die Pflanzendecke der Halbinsel Kola. - Mem. de la Fac. des Sci. de l'Univ. de Lithuanie (1922), 24 pp.
- - - , - 1938 - Die Vegetationsverhältnisse der Halbinsel Kola. - Rep. Spec. nov. Regn. Veget. 82: 321 - 384
- REICHEL, G. und Ottj WILMANN - 1973 - Vegetationsgeographie - Das Geogr. Sem. Prakt. Arbeitsweisen, 210 pp.
- REINECK, H.-E. (ed.) - 1978 - Das Watt. Ablagerungs- und Lebensraum. - Verlag W. Kramer, Frankfurt, 185 pp.
- ROLAND, A.E. und E.C. SMITH - 1962 - 69 - The flora of Nova Scotia. - Proc. Nova Scotian Inst. Sci. 26 (1 - 4): 1 - 746
- ROULEAU, E. - 1956 - A check-list of the vascular plants of the Province of Newfoundland. - Contr. Inst. Bot. Univ. Montréal 69: 41 - 106
- - - , - 1978 - List of the vascular plants of the Province of Newfoundland (Canada). - Mskr.
- ROUSI, A. - 1965 - Biosystematik studies on the species aggregate *Potentilla anserina* L. - Ann. Bot. Fenn. 2: 47 - 112
- ROUSSEAU, C. - 1974 - Géographie floristique de Québec-Labrador. - Trav. et Docum. du Centre d'études nord 7: 1 - 799
- RUNGE, F. - 1972 - Dauerquadratbeobachtungen bei Saltwiesen-Assoziationen. In: TÜXEN, R. (ed.): Grundlagen und Methoden in der Pflanzensoziologie. - Ber. Int. Symp. (1970), 419 - 434
- - - , - 1977 - Die Vegetation der Langeooger und Baltrumer Silbermövenkolonien. In: TÜXEN, R. (ed.): Vegetation und Fauna. - Ber. Intern. Symp. (1976), 295 - 307
- RYVAROEN, L. - 1968 - *Ranunculus cymbalaria* Pursh. in Europe and its seed dispersal. - Nytt. Mag. Bot. 14: 109 - 114
- SAEGEBARTH, J. - 1966 - Strandwälle, Hacken und Nehrungen im Süden der Insel Poel. - Wiss. Z. Univ. Rostock, Math.-Nat. R. 7 - 8: 905 - 922
- SAMOELSSON, G. - 1934 - Die Verbreitung der höheren Wasserpflanzen in Nordeuropa (Fennoskandien und Dänemark). - Acta Phytogeogr. Suec. 6: 1 - 211
- SCHEFFER, F. und P. SCHACHTSCHABEL - 1966 - Lehrbuch der Bodenkunde. - 6. umgearb. und erweiterte Aufl., Stuttgart, 473 pp.
- SCHMEISKY, H. - 1974 - Vegetationskundliche und ökologische Untersuchungen in Strandrasen des Graswarders vor Heiligenhafen/Ostsee. - Diss. Göttingen, 104 pp.
- - - , - 1977 - Der Einfluß von Weidetieren auf Salzpflanzengesellschaften an der Ostsee. In: TÜXEN, R. (ed.): Vegetation und Fauna. - Ber. Int. Symp. (1976), 481 - 498
- - - , - 1977 - Sukzessionsuntersuchungen auf Salzrasen des Draswarders vor Heiligenhafen/Ostsee. - Mitt. Erg. Stud. Ökol. Umweltsch. 2/77, 103 - 114
- SCHMITHOSEN, J. - 1942 - Vegetationsforschung und ökologische Standortlehre in ihrer Bedeutung für die Geographie der Kulturlandschaft. - Z. Ges. Erdkde. Berlin (1942) 3 - 4: 113 - 157
- - - , - 1957 - Anfänge und Ziele der Vegetationsgeographie. - Peterm. Geogr. Mitt. 101: 81 - 92
- - - , - 1968 - Allgemeine Vegetationsgeographie. - Lehrb. allgem. Geogr. 4: 1 - 463
- SCHOTT, C. - 1955 - Die kanadischen Marschen. - Schr. Geogr. Inst. Kiel 15 (2): 1 - 59
- SCHRATZ, E. - 1936 - Beiträge zur Biologie der Halophyten. III. Über Verteilung, Ausbildung und NaCl-Gehalt der Strandpflanzen in ihrer Abhängigkeit vom Salzgehalt des Standortes. - J. wiss. Bot. 83 (1): 133 - 189
- SCOGGAN, H.J. - 1978 - The flora of Canada. - Nat. Mus. Canada Publ. Bot. 7 (1 - 3): 1 - 1115
- SCOTT, P.J. - 1976 - *Ranunculus cymbalaria* Pursh. var. *alpinus* Hook. - Rhodora 78 (815): 560 - 561
- SEGAL, S. - 1968 - Ein Einteilungsversuch der Wasserpflanzengesellschaften. In: TÜXEN, R. (ed.): Pflanzensoziologische Systematik. - Ber. Int. Symp. (1964), 191 - 219
- SIIRA, J. - 1970 - Studies on the ecology of sea-shore meadows of the Bothnian Bay with special reference to the Liminka area. - Aquilo Ser. Bot. 9: 1 - 109
- SKOGEN, A. - 1972 - The *Hippophae rhamnoides* alluvial forest at Leinöra, Central Norway. A phytosociological and ecological study. - Kgl. Norske Vidensk. Selsk. Skr. 4: 1 - 115

- SQUIERS, E. R. & R. E. GOOD - 1974 - Seasonal changes in the productivity, caloric content and chemical composition of a population of salt-marsh cord-grass (*Spartina alterniflora*). - Chesapeake Sci. 15(2): 63 - 71
- SØRENSEN, T. - 1933 - A revision of the Greenland species of *Puccinellia* Parl.. - Medd. Grönl. 136 (3): 1 - 179
- STEINER, M. - 1934 - Zur Ökologie der Salzmarschen der nordöstlichen Vereinigten Staaten von Nordamerika. - J. wiss. Bot. 81: 94 - 202
- STEINDORSSON, Steindor - 1954 - The coastline vegetation at Gasar in Eyjafjörður in the North of Iceland. - Nytt Mag. Bot. 3: 203 - 211
- - -, - 1974 - A list of Icelandic plantsociations. - Res. Inst. Nedri Ás, Hveragerdi, Iceland Publ. 17: 1 - 23
- STEPHENSON, T. A. & A. STEPHENSON - 1954 - Life between tide marks in North America. III. Nova Scotia and Prince Edwards Island. - J. Ecol. 42: 14 - 70
- STERNER, R. - 1933 - Vegetation och flora i Kalmarsunds skärgård. - Acta Horti Goteburgensis, Medd. Göteborgs Bot. Trädgård 8: 189 - 280
- STEVENS, D. M., J. ACREMAN, F. AXELSEN, M. BRENNAN & C. SPENCE - 1971 - Measurements of primary and secondary production in the Gulf of St. Lawrence. - Marine Sci. Centr., McGill. Univ. Montréal, Rep. 25: 1 - 182
- STEVEN, W. E., R. ELLIS & R. B. STEVENS - 1950 - Wasting and recovery of *Zostera marina* on the Atlantic coast of the United States. - Plant Dis. Rep. 34: 357 - 362
- TASCHERAU, P. M. - 1972 - Taxonomy and distribution of *Atriplex*-species in Nova Scotia. - Can. J. Bot. 50: 1571 - 1591
- - -, - 1977 - *Atriplex praecox* Hülpfers: a species new to the British Isles. - Watsonia 11: 195 - 198
- TAYLOR, N. - 1938 - A preliminary report on the salt marsh vegetation of Long Island, New York. - Bull. N.Y.St. Mus. 316: 21 - 84
- TEAL, J. & M. TEAL - 1969 - Life and death of the salt marsh. - Boston, 278 pp.
- THANNHEISER, D. - 1974 - Beobachtungen zur Küstenvegetation der Varanger-Halbinsel (Nord-Norwegen). - Polarforsch. 44(2): 148 - 159
- - -, - 1975 - Beobachtungen zur Küstenvegetation auf dem westlichen kanadischen Arktis-Archipel. - idem, 45(1): 1 - 16
- - -, - 1975 - Vegetationsgeographische Untersuchungen auf der Finnmarksvidda im Gebiet von Masi/Norwegen. - Westf. Geogr. Stud. 31: 1 - 178
- - -, - 1978 - Pflanzensoziologische Beobachtungen an ostkanadischen Küsten-Dünengebieten. - Hoppea, Denkschr. Regensb. Bot. Ges. 37: 357 - 379
- THANNHEISER, D. & W. HOFMANN - 1977 - Pflanzengesellschaften am Meeresstrand im Kongs- und Krossfjord (West-Spitzbergen). - Doc. Phytosoc. N. S. 1: 297 - 303
- THIENEMANN, A. - 1955 - Die Binnengewässer in Natur und Kultur. - Eine Einführung in die theoretische und angewandte Limnologie. - Verständl. Wissensch. 55
- TROLL, C. - 1959 - Die Physiognomik der Gewächse als Ausdruck der ökologischen Lebensbedingungen. - Verh. Dt. Geographentg. 32: 97 - 122
- - -, - 1966 - Ökologische Landschaftsforschung und vergleichende Hochgebirgsforschung. - Erdkd. Wiss. 11: 1 - 366
- TOXEN, J. - 1960 - Zur systematischen Stellung des Ruppion - Verbandes. - Mitt. flor.-soz. ArbGem. N. F. 8: 180
- TOXEN, R. - 1937 - Die Pflanzengesellschaften Nordwestdeutschlands. - Mitt. flor.-soz. ArbGem. Nieders. 3, 170 pp.
- - -, - 1950 - Grundriß einer Systematik der nitrophilen Unkrautgesellschaften in der eurosibirischen Region Europas. - Mitt. flor.-soz. ArbGem. N. F. 2: 94 - 175
- - -, - 1952 - Die Vegetation einer alten ostfriesischen Sandbank. - idem 3: 109 - 113
- - -, - 1955 - Das System der norddeutschen Pflanzengesellschaften. - idem 5: 155 - 176
- - -, - 1956 - Die heutige potentielle natürliche Vegetation als Gegenstand der Vegetationskartierung. - Angew. Pflanzensoz. 13, 57 pp.
- - -, - 1960 - Bildung und Vergehen von Pflanzengesellschaften. - Mitt. flor.-soz. ArbGem. N. F. 8: 342 - 344
- - -, - 1962 - Zur systematischen Stellung von Spezialisten-Gesellschaften. - idem, 9: 57 - 59
- - -, - 1966 - Ober nitrophile *Elymus*-Gesellschaften an nordeuropäischen, nordjapanischen und nordamerikanischen Küsten. - Ann. Bot. Fenn. 3: 358 - 367
- - -, - 1967 - Pflanzensoziologische Beobachtungen an südwest-norwegischen Küsten-Dünengebieten. - Aquilo, Ser. Bot. 6: 241 - 272
- - -, - 1970 - Pflanzensoziologische Beobachtungen an isländischen Dünengesellschaften. - Vegetatio 20 (5 - 6): 251 - 278
- - -, - 1972 - Richtlinien für die Aufstellung eines Prodromus der europäischen Pflanzengesellschaften. - Vegetatio 24 (1 - 3): 23 - 29
- - -, - 1973 - Vorschlag zur Aufnahme von Gesellschaftskomplexen in potentiell natürlichen Vegetationsgebieten. - Acta Bot. Ac. Sci. Hungar. 19: 379 - 384
- - -, - 1974 - Die Pflanzengesellschaften Nordwestdeutschlands. - 2., völlig neu bearb. Aufl., 1: 1 - 207
- - -, - 1975 - Dauer-Pioniergesellschaften als Grenzfall der Initialgesellschaften. In: TOXEN, R. (ed.): Sukzessionsforschung. - Ber. Int. Symp. (1973), 13 - 30
- - -, - 1977 - Zur Homogenität von Sigmassoziationen, ihrer syntaxonomischen Ordnung und ihrer Verwendung in der Vegetationskartierung. - Doc. Phytosoc., N.S. 1: 321 - 328
- TOXEN, R. und W. BÜCKELMANN - 1957 - Scharhörn. Die Vegetation einer jungen ostfriesischen Vogelinsel. - Mitt. flor.-soz. ArbGem., N.F. 6 - 7: 187 - 204
- TOXEN, R. und K. HÜLBUSCH - 1971 - *B o l b o s c h o e n e t e a m a r i t i m i*. - Fragm. flor. geobot. 17 (3): 391 - 407
- TOXEN, R. und E. OBERDRÖFER - 1958 - Eurosibirische Phanerogamen-Gesellschaften Spaniens. - Veröff. Geobot. Inst. Rübél 32: 1 - 328
- TOXEN, R. (ed.) - 1971 - *A m m o p h i l e t e a , H o n c k e n y o p e p l o i d i s - E l y m e t e a a r e n a r i i*. - Bibliogr. Phytosoc. Syntax. 6: 1 - 82

- TOXEN, R. (ed.) - 1971 - *Zosteretea marinae*, *Ruppinetea*. - Bibliogr. Phytosoc. Syntax. 5: 1 - 32
- - -, - 1971 - *Spartinetea*, *Coenospartinetea*. Bibliogr. Phytosoc. Syntax. 3: 1 - 19
- - -, - 1972 - *Cakiletea maritima*. - Bibliogr. Phytosoc. Syntax. 9: 1 - 42
- - -, - 1973 - *Asteretea tripolii*, *Juncetea maritimi*, *Saginetea maritimi*. - Bibliogr. Phytosoc. Syntax. 16: 1 - 192
- - -, - 1978 - Assoziationskomplexe (Sigmeten) und ihre praktische Anwendung. - Ber. Int. Symp. (1977), 535 pp.
- TUTIN, T.G. - 1938 - The autecology of *Zostera marina* in relation to its wasting disease. - New Phytologist 37: 50 - 70, Cambridge
- TYLER, G. - 1968 - Studies in the ecology of Baltic sea-shore meadows. - Bot. Not. 121: 89 - 113
- - -, - 1969 - Studies in the ecology of Baltic sea-shore meadows. II. Flora and vegetation. - Opera Bot. 25: 1 - 101
- - -, - 1969 - Regional aspects of Baltic shore-meadow vegetation. - Vegetatio 19: 60 - 86
- - -, - 1971 - Distribution and turnover of organic matter and minerals in a shore meadow ecosystem. Studies in the ecology of Baltic sea-shore meadows IV, . Oikos 22: 1 - 27
- UDELL, H.F., J. ZARUOSKY and T.E. DOHENY - 1969 - Productivity and nutrient values of plant growing in the salt marshes of the town of Hempstead, Long Island. - Bull. Torrey Bot. Club 96 (1): 42 - 51
- VESTERGAARD, P. - 1972 - Edafologisk-ökologiske undersøgelser over arktisk strandvegetation i Nord-Norge 1971. - Mskr. Kopenhagen
- WASEL, Y. - 1972 - Biology of halophytes. - New York, 395 pp.
- WALTER, H. - 1968 - Die Vegetation der Erde in öko-physiologischer Betrachtung. II. Die gemäßigten und arktischen Zonen. - Jena, 1001 pp.
- WALTER, H. und H. LIETH - 1960 - Klimadiagrammatlas. - Jena
- WARMING, E. - 1906 und 1907 - Dansk plantevaekst. I. Strandvegetation. II. Klitterne. - København
- WASS, M.L. and T.D. WRIGHT - 1969 - Coastal wetlands of Virginia. - Virginia Inst. of Mar. Sci., Spec. Rep.
- WEIHE, K. von - 1963 - Beiträge zur Ökologie der mittel- und westeuropäischen Salzwiesenvegetation (Gezeitenküsten). I. Methodik, Standorte und vergleichende morphologische Analyse. - Beitr. Biol. Pfl. 39 (2): 189 - 237
- WELSTED, J.E. - 1974 - Morphological maps of the Fundy coast. - Maritime Sedim. 10 (2): 46 - 51
- WESTHOFF, V. - 1947 - The vegetation of dunes and salt marshes on Dutch Islands of Terschelling, Vlieland and Texel. - 'S-Gravenhage, 131 pp.
- WESTHOFF, V. en A.J. DEN HELD - 1969 - Plantegemeenschappen in Nederland. - Zutphen, 324 pp.
- WHITE, D.J.B. - 1961 - Some observations on the vegetation of Blakeney Point, Norfolk, following the disappearance of the rabbits in 1954. - J. Ecol. 49: 113 - 118
- WIEMANN, P. und W. DOMKE - 1967 - Pflanzengesellschaften der ostfriesischen Insel Spiekeroog. - Mitt. Staatsinst. Allg. Bot. Hamburg 12: 191 - 353
- WILLIAMS, R.B. and M.B. MURDOCH - 1966 - Annual production of *Spartina alterniflora* und *Juncus roemerianus* in salt amrshes near Beaufort, North Carolina. - ASB Bull. 13: 49
- WILMANN, Otti - 1978 - Ökologische Pflanzensoziologie. - UTB 269: 1 - 351
- WRIGHT, D. - 1974 - Interval stress in a floating cover of sea ice. - M. Sc. Thesis McGill University, Montréal, 86 pp.

B i l d a n h a n g



Abb. 151 Strandparallele Vegetationszonen, zusammengesetzt aus drei Pflanzengesellschaften (*Spartinetum alterniflorae*, *Caricetum paleacea* und *Juncetum gerardii*), in den Salzwiesen bei Pointe Keaten auf den Iles de la Madeleine (Photo: Thannheiser 31. 8. 1976)



Abb. 152 Niedrigwüchsige Salzwiesen bei St. Paul, Newfoundland; die ehemaligen Eisschürfungen im *Plantagini - Caricetum subspathaceae* werden von der *Salicornia europaea* - Gesellschaft und dem *Triglochin* *gaspensis* neu besiedelt (Photo: Thannheiser 8. 9. 1978)



Abb. 153 Hochwüchsige Schlickgraswiesen (*Spartinetum alterniflorae*,
Spartinetum patentis) an der Bay of Fundy bei Upper Dorchester
(Photo: Thannheiser 25. 8. 1976)



Abb. 154 Nutzung (Salzheugewinnung und Beweidung) der Salzwiesen bei St. Paul, Newfoundland
(Photo: Thannheiser 1. 8. 1976)

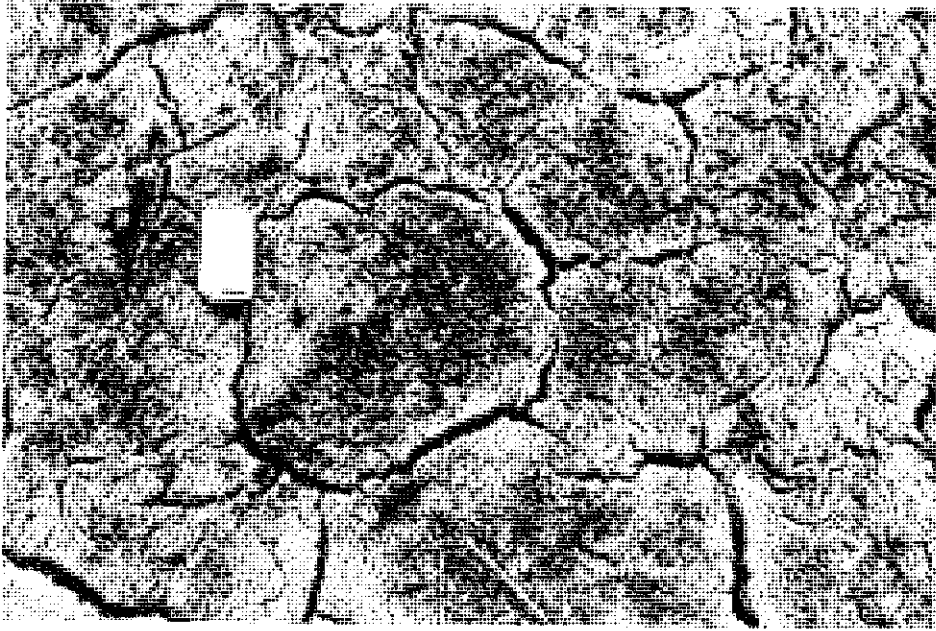


Abb. 155 Das *Eleocharitetum parvulae* auf trockenem Schlickboden in der Bonne Bay bei Glenburnie, Newfoundland (Photo: Thannheiser 1. 8. 1976)



Abb. 156 Vom Sturm niedergedrückte Halme - ein charakteristischer Aspekt des *Spartinetum patentis* (bei Lower Caraquet, Newbrunswick) (Photo: Thannheiser 24. 8. 1976)



Abb.157 Das *Limonietum nashii* bei Souris, Prince Edward Island
(Photo: Thannheiser 28. 8. 1976)



Abb. 158 Das *Plantagini - Caricetum subspathaceae* bei St.
Paul, Newfoundland (Photo: Thannheiser 16. 8. 1975)



Abb. 159 Das *Caricetum mackenziei* bei St. Paul, Newfoundland
(Photo: Thannheiser 8. 9. 1978)



Abb. 160 Geröllstrand mit Spülsaumablagerungen (*Mertensia* - Zone und *Elymus* - Bestand) bei
Forteau, Labrador (Photo: Thannheiser 21. 8. 1975)



Abb. 161 Vordünen mit *Elymus mollis* und Hauptdüne mit *Ammophila breviligulata* bei Portland Creek, Newfoundland (Photo: Thannheiser 17. 8. 1975)



Abb. 162 Bodenprofil in einer *Ammophila* - Düne; gut zu erkennen ist das reich verzweigte, dichte Wurzelsystem von *Ammophila breviligulata*; bei St. Paul, Newfoundland (Photo: Thannheiser 16. 8. 1975)



Abb. 163 Von Wanderdünen abgetöteter Küstenwald im Gros Morne Nationalpark, Newfoundland. Der weiterwandernde Sand gibt die Baumreste wieder frei. (Photo: Thannheiser 9. 9. 1978)

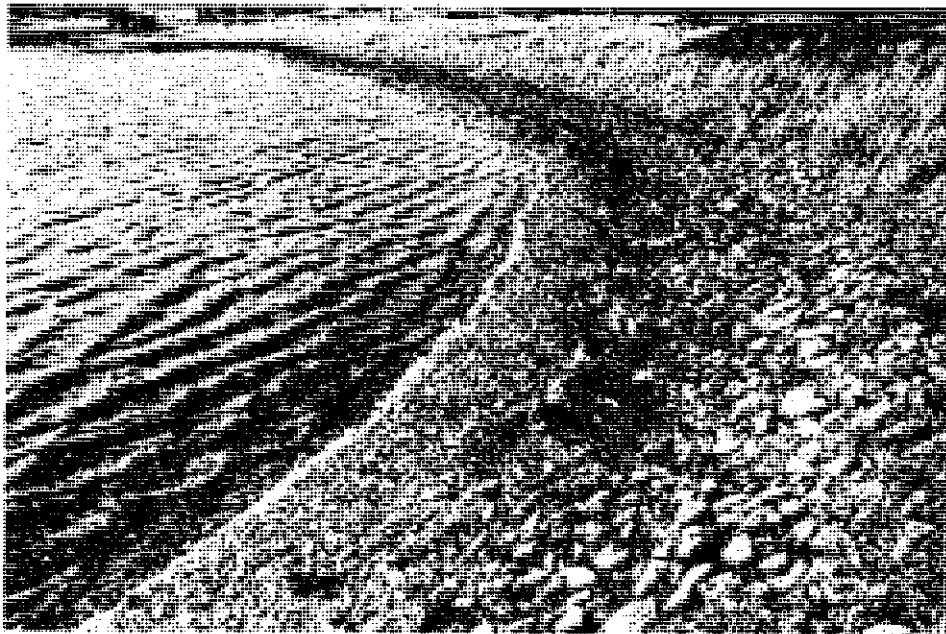


Abb. 164 Spülsaum (*Suaedetum maritimae*) oberhalb eines Tangwalles am Strand bei Bay Roberts, Newfoundland (Photo: Thannheiser 9. 8. 1975)



Abb. 165 Vegetationsabfolge am Strand bei Martinique, Nova Scotia: Auf dem Vorstrand hat sich hinter Spülsaumablagerungen das *Cakile* *edentula* entwickelt, das anschließende Dünenengelände wird vom *Lathyrus japonici* - *Ammophila* *breviligulata* besiedelt (Photo: Thannheiser 12. 8. 1976)



Abb. 166 Das *Potentilla* *egedii* oberhalb eines Tangwalles am Strand bei Raleigh, Newfoundland (Photo: Thannheiser 22. 8. 1975)

MÜNSTERSCHE GEOGRAPHISCHE ARBEITEN

Herausgegeben von den Hochschullehrern des Instituts für Geographie
der Westfälischen Wilhelms-Universität

Wilfrid Bach - Hermann Hambloch - Heinz Heineberg - Ludwig Hempel -
Friedrich-Karl Holtmeier - Cay Lienau - Alois Mayr - Karl-Friedrich
Schreiber - Ulrich Streit - Dietbert Thannheiser - Peter Weber -
Julius Werner

Schriftleitung : Alois Mayr

- H.1 Alois Mayr: Universität und Stadt. Ein stadt-, wirtschafts- und sozialgeographischer Vergleich alter und neuer Hochschulstandorte in der Bundesrepublik Deutschland. 1979. 375 Seiten mit 43 Tab., 28 Abb., 24 Bildern, 8 Farbkarten im Anhang, DM 60,-. ISBN 3-506-73201-3.
- H.2 Hermann Mattes: Der Tannenhäher im Engadin. Studien zu seiner Ökologie und Funktion im Arvenwald. 1978. 87 Seiten mit 52 Abb., DM 20,-. ISBN 3-506-73202-1.
- H.3 Friedrich-Karl Holtmeier: Die bodennahen Winde in den Hochlagen der Indian Peaks Section (Colorado Front Range). Ludwig Hempel: Physiogeographische Studien auf der Insel Fuerteventura (Kanarische Inseln). 1978. 103 Seiten mit 21 Abb., 52 Fotos und 1 Kartenbeilage, DM 20,-. ISBN 3-506-73203-x.
- H.4 Peter Weber (Hrsg.): Periphere Räume - Strukturen und Entwicklungen in europäischen Problemgebieten. Mit Beiträgen von Bernhard Butzin, Hans Elsasser, Wilfried Heller, Cay Lienau/Hartmut Hermanns, Rolf Lindemann, Hartmut Lücke, Frank Nagel, Wolfgang Taubmann und Peter Weber (Berichtband einer Arbeitssitzung des Geographentags in Göttingen 1979). 1979. 183 Seiten mit insg. 23 Abb. und 32 Karten, DM 30,-. ISBN 3-506-73204-8.
- H.5 Heinz Heineberg (Hrsg.): Einkaufszentren in Deutschland. Entwicklung, Forschungsstand und -probleme mit einer annotierten Auswahlbibliographie. Mit Beiträgen von Bernhard Butzin, Bernd R. Falk, Marianne Grewe, Heinz Heineberg, Alois Mayr und Winfried Meschede. 1980. 165 Seiten mit insg. 22 Tab., 20 Abb. im Text und 12 Abb. im Anhang, DM 30,-. ISBN 3-506-73205-6.
- H.6 Wilfrid Bach/Ulrich Hampicke: Klima und Umwelt. Wilfrid Bach: Untersuchung der Beeinflussung des Klimas durch anthropogene Faktoren. Ulrich Hampicke/Wilfrid Bach: Die Rolle terrestrischer Ökosysteme im globalen Kohlenstoff-Kreislauf. 1980. 104 Seiten mit insg. 12 Tab., 17 Übersichten und 24 Abb., DM 31,50. ISBN 3-506-73206-4.
- H.7 Peter Schnell/Peter Weber (Hrsg.): Agglomeration und Freizeitraum. Vorträge eines Symposiums der Arbeitsgruppe "Geography of Tourism and Recreation" der Internationalen Geographischen Union (IGU/UGI) in Münster 1979. 27 Beiträge von Autoren aus Bulgarien, Frankreich, Italien, der Tschechoslowakei, den USA und der Bundesrepublik Deutschland. 1980. 238 Seiten mit insg. 94 Abb., DM 40,-. ISBN 3-506-73207-2.
- H.8 Norbert de Lange: Städtetypisierung in Nordrhein-Westfalen im raum-zeitlichen Vergleich 1961 und 1970 mit Hilfe multivariater Methoden - eine empirische Städtesystemanalyse. 1980. 178 Seiten mit 56 Tab. und 37 Abb. (davon 4 im Anhang), DM 34,-. ISBN 3-506-73208-0.
- H.9 Ludwig Hempel/Hartmut Brettschneider: Beiträge zur "Energetischen Geomorphologie" in Trockengebieten. Ludwig Hempel: Studien über rezente und fossile Verwitterungsvorgänge im Vulkangestein der Insel Fuerteventura (Islas Canarias, Spanien) sowie Folgerungen für die quartäre Klimageschichte. Hartmut Brettschneider: Mikroklima und Verwitterung an Beispielen aus der Sierra Nevada Spaniens und aus Nordafrika mit Grundlagenstudien zur Glatthanggenese. 1980. 142 Seiten mit insg. 27 Fotos (davon 4 farbig), 43 Abb., 4 röntgenographischen Diagrammen und 3 Karten, DM 37,-. ISBN 3-506-73209-0.

H.10 Dietbert Thannheiser: Die Küstenvegetation Ostkanadas.
1981. 204 Seiten mit 41 Tab. und 166 Abb. (davon 16
Fotos). ISBN 3-506-73210-2.

VERLAG FERDINAND SCHÖNINGH, POSTFACH 2540, D-4790 PADERBORN
Anfragen bezüglich Schriftentausch werden erbeten an die Schriftleitung,
Institut für Geographie der Westfälischen Wilhelms-Universität,
Robert-Koch-Straße 26, D-4400 Münster.