

**Mitteilungen der Arbeitsgemeinschaft Geobotanik
in Schleswig-Holstein und Hamburg**

(AG. Floristik . . . von 1922)

Herausgegeben von K. Dierßen

Heft 51

Die Vegetation des Bottsandes

von

Christian Wolfram

Kiel 1996

Mitteilungen der Arbeitsgemeinschaft Geobotanik
in Schleswig-Holstein und Hamburg (AG. Floristik . . . von 1922)
Hrsg.: K. Dierßen
Gesamtherstellung: Hansa-Druck, Kiel
ISSN: 0344 - 8002
© 1996 Arbeitsgemeinschaft Geobotanik Schleswig-Holstein und Hamburg e.V., Kiel

**Mitteilungen der Arbeitsgemeinschaft Geobotanik
in Schleswig-Holstein und Hamburg**

(AG. Floristik . . . von 1922)

Herausgegeben von K. Dierßen

Heft 51

Die Vegetation des Bottsandes

von

Christian Wolfram

Kiel 1996

Danksagung:

Mit großer Dankbarkeit blicke ich auf die Zeit meiner Diplomarbeit zurück. Einen heißen Sommer lang hatte ich die einmalige Gelegenheit, im Naturschutzgebiet Bottsand meine Zeit am Ostseestrand zu verbringen und die Pflanzenwelt eines außergewöhnlichen Gebietes zu studieren, die Gefräßigkeit der Kaninchen zu verfolgen und nebenher den einen oder anderen Blick auf Vögel, Eidechsen, Kröten und Insekten zu werfen.

Für die Anregung zu dieser Arbeit und für die vielen gemeinsam verbrachten Stunden auf dem Bottsand möchte ich mich ganz besonders bei dem Vogelwärter des Bottsandes, Herrn Ohlsen, bedanken, der mir zudem beim Aufbau der Transekte und beim Nivellieren half. Gleichermassen gilt mein Dank dem Referenten des Naturschutzgebietes, Herrn Dr. Henning Behmann, für die vertraulich Zusammenarbeit. Herrn Paustian von der Unterer Naturschutzbehörde des Kreises Plön danke ich für die Betretungsgenehmigung und den Auftrag, vegetationskundliche Untersuchungen im Naturschutzgebiet Bottsand durchzuführen und Herrn Mohr vom Amt für Land- und Wasserwirtschaft in Kiel für Vermessungsdaten vom Untersuchungsgebiet.

Die Arbeit mit vielen Anregungen, Diskussionen und offenen Ohren für Fragen und Probleme begleitet haben Reimert Neuhaus, Kathrin Kiehl, Evi Aegerter, Angela Kölbel und Jürgen Dengler, für deren Geduld ich besonders dankbar bin.

Beim Kartenmalen, Korrekturlesen, bei Computerfragen und der Probenaufarbeitung haben mir viele Menschen hilfreich zur Seite gestanden: Mark Bründel, Ulrike Christiansen, Gregor Kölsch, Claudia Gück, Tanja Hempel, Kai Jensen, Katja Keller, Ulrike Kraus, Nicole Langhanki, Dirk Lorenzen, Monika Martin, Christian Rixen, Katrin Romahn, Claus Rüffler, Dietmar Schwarz, Elli Schwenke, Uwe Simon, Walther Streffer, Inge Wansorra und Kirsten Unger. Ihnen und den weiteren ungenannten Helfern ein ganz großes Dankeschön.

Bei meinen Eltern möchte ich mich an dieser Stelle für die gute Zeit, das Vertrauen und die finanzielle Unterstützung während meines Studiums ganz herzlich bedanken.

Abschließend gilt mein Dank meinem verehrten Lehrer Herrn Professor Dierßen für die Vergabe und Betreuung der Diplomarbeit.

Christian Wolfram

Die Vegetation des Bottsandes

1 Einleitung.....	7
2 Untersuchungsgebiet	9
2.1 Lage	9
2.2 Klima.....	9
2.3 Geologie und Morphogenese	10
2.4 Böden.....	13
2.4.1 Landböden.....	14
2.4.2 Grundwasserböden.....	14
2.4.3 Moorböden	15
2.4.4 Subhydrische Böden.....	15
2.5 Nutzungsgeschichte	15
3 Material und Methoden	18
3.1 Vegetationskundliche Methoden	18
3.1.1 Vegetationsaufnahmen, Deckung, Tabellen	18
3.1.2 Transekte.....	19
3.1.3 Nomenklatur	20
3.1.4 Verwendete Bestimmungsliteratur	21
3.2 Bodenkundliche Methoden.....	22
3.2.1 pH-Wert-Messungen.....	22
3.2.2 Organische Substanz (Glühverlustbestimmung)	22
3.3 Beweidungsexperiment mit Kaninchen im oberen Salzrasen.....	22
3.3.1 Auswahl der Versuchsflächen und Versuchsaufbau.....	22
3.3.2 Oberirdische Phytomasse.....	24
3.3.3 Vegetationshöhe	24
3.3.4 Artmächtigkeit	24
3.3.5 Anzahl der Fruchtstände.....	24
3.4 Vegetationsvergleich von 1962 und 1995	24
4 Die Pflanzengesellschaften des Bottsandes.....	25
4.1 Submerse Wasserpflanzengesellschaften	25
4.1.1 Klasse: Zosteretea marinae Pignatti 1953 – Seegraswiesen.....	25
4.1.2 Klasse: Potametea pectinati R. Tx. et Prsg. 1942 – Laichkraut- und Schwimmblattgesellschaften	26
4.1.2.1 Ruppiaetum maritimae Hocq. 1927 – Meer-Saldengesellschaft	27
4.1.2.2 Ruppiaetum cirrhosae Iversen 1941 – Strand-Saldengesellschaft	27
4.2 Röhrichte und Großseggenrieder	28
4.2.1 Klasse: Phragmiti-Magnocaricetea Klika in Klika et Novák 1941 – Röhrichte und Großseggenrieder	28
4.2.1.1 Bolboschoenetum maritimi Eggler 1933 – Meersimsen-Röhricht	29

4.3 Halophile Pioniergesellschaften	31
4.3.1 Klasse: Thero-Salicornietea Pignatti 1953 em. R. Tx. in R. Tx. et Oberdorfer 1958 – Quellerfluren	31
4.3.1.1 Salicornietum ramosissimae Christiansen 1955 – Gesellschaft des Ästigen Quellers	31
4.3.1.2 Suaedo-Bassietum hirsutae Br.-Bl. 1928 – Dornmelden-Gesellschaft	32
4.4 Salz-, Kriech- und Kulturrasen, Grünlandgesellschaften	33
4.4.1 Klasse: Juncetea maritimi Br.-Bl. 1931 – Salzrasen-Gesellschaften	33
4.4.1.1 Puccinellietum maritimae Christiansen 1927 – Andelrasen	35
4.4.1.2 Spergulario-Puccinellietum Feeke (1934) 1943 – Salz-Schuppenmieren- Salzschwaden-Rasen	36
4.4.1.3 Juncetum gerardii Nordhagen 1923 – Salz-Binsen-Rasen	36
4.4.1.4 Festuca rubra-Salzrasengesellschaft – Rotschwingel-Salzrasen	38
4.4.1.5 Oenanthe-Juncetum maritimi Fröde 1958 – Strand-Binsen-Ried	38
4.4.1.6 Sagino maritimae-Cochlearietum danicae R. Tx. et Gillner 1957 – Strand- Mastkraut-Löffelkraut-Rasen	39
4.4.1.7 Centaurio-Saginetum nodosae Diemont, Sissingh et Westhoff 1940 – Strand-Tausendgüldenkraut-Gesellschaft	39
4.4.2 Klasse: Molinio-Arrhenatheretea R. Tx. 1937 em. R. Tx. 1970; Ordnung: Potentillo-Polygonetalia R. Tx. 1947 – Flut- und Kriechrasen	40
4.4.2.1 Elymus x acutus-Gesellschaft – Gesellschaft der Spitz-Quecke	41
4.4.2.2 Elymus repens-Gesellschaft – Gesellschaft der Gemeinen Quecke	42
4.4.2.3 Poo humilis-Elymetum repantis R. Tx. 1957 – Salz-Rispengras-Rasen	42
4.4.2.4 Ophioglossum vulgatum-Lychnis flos-cuculi-Gesellschaft – Natternzungen-Kuckucks-Lichtnelken-Gesellschaft	43
4.4.2.4 Potentillo-Festucetum arundinacea Nordhagen 1940 – Rohrschwingel- Flutrasen	44
4.4.2.5 Ranunculo repantis-Alopecuretum geniculati R. Tx. 1937 – Knick- Fuchsschwanz-Kriechrasen	45
4.4.2.6 Agrostis stolonifera-Kriechrasen – Flecht-Straußgras-Teppich	45
4.4.2.7 Juncus articulatus-Gesellschaft – Glieder-Binsen-Trittrasen	46
4.4.3. Klasse: Molinio-Arrhenatheretea R. Tx. 1937 em. R. Tx. 1970; Ordnung: Arrhenatheretalia R. Tx. 1931 – Frischwiesen, Weiden, Tritt- und Kulturrasen	46
4.4.3.1 Lolietum perennis Gams 1927 – Weidelgras-Breitwegerich-Trittrasen	46
4.5 Spülsumgesellschaften	47
4.5.1 Klasse: Cakiletea maritimae R. Tx. et Prsg. 1950 – Meersenf-Spülsäume und Tangwall-Gesellschaften	47

4.5.1.1	<i>Atriplicetum littoralis</i> Feekes 1936 em. Westhoff et Beeftink 1950 –	
	Strand-Melden-Gesellschaft	47
4.5.1.2	<i>Salsola kali</i> ssp. <i>kali</i> -Gesellschaft – Kali-Salzkraut-Gesellschaft	48
4.5.1.3	<i>Honckenya peploides</i> -Gesellschaft – Strand-Salzmieren-Gesellschaft	48
4.6	Küstendünen und Küstensandtrockenrasen	49
4.6.1	Klasse: <i>Ammophiletea arenariae</i> Br.-Bl. et R. Tx. 1943 – Stranddünen-Gesellschaften	49
4.6.1.1	<i>Elymo-Agropyretum juncei</i> Br.-Bl. et De Leeuw 1936 em. R. Tx. 1957 nom. cons. – Strand-Quecken-Vordüne	51
4.6.1.2	<i>Elymo-Ammophiletum arenariae</i> Br.-Bl. et De Leeuw 1936 – Strandhafer-Düne	51
4.6.2	Klasse: <i>Koelerio-Corynephoretea</i> Klika 1931 – Sandtrockenrasen	53
4.6.2.1	<i>Violo-Corynephoretum canescens</i> Böcher 1941 – Silbergras-Küstensandtrockenrasen	54
4.6.2.2	<i>Carici-Airetum praecocis</i> Westhoff, van Leeuwen et Adriani 1962 nom. inv. – Gesellschaft der Frühen Haferschmiele	55
4.6.2.3/4	Nitrophytische Sandtrockenrasen-Strandwall-Gesellschaften	57
4.6.2.3	<i>Sedum acre</i> -Gesellschaft – Mauerpfeffer-Strandwall-Gesellschaft	57
4.6.2.4	<i>Koelerio-Corynephoretea</i> -Basalgesellschaft – junge Strandwall-Trockenrasen	58
4.6.2.5	<i>Gallo veri-Festucetum ovinae</i> Hallberg 1971 – Labkraut-Schafschwingel-Sandtrockenrasen	59
4.7	<i>Calluno-Ulicetea</i> Br.-Bl. et R. Tx. 1943 – Zwergstrauchheiden	60
4.7.1	<i>Calluna vulgaris</i> -Gesellschaft – Heidekraut-Gesellschaft	61
4.8	Initialstadien der Bewaldung auf dem Bottsand	62
5	Transekte	64
5.1	Transekt I	64
5.2	Transekt II	70
6	Einfluß der Kaninchen auf die Vegetation des oberen Salzrasens	76
6.1	Ergebnisse des Beweidungsexperimentes	76
6.1.1	Vegetationshöhe	76
6.1.2	Oberirdische Phytomasse	76
6.1.3	Artmächtigkeit	79
6.1.4	Anzahl der Fruchtstände von <i>Juncus gerardii</i>	81
6.2	Diskussion des Beweidungsexperimentes	82
6.2.1	Einfluß der Kaninchen-Beweidung auf Vegetationsmuster im oberen Salzrasen	82
6.2.2	Einfluß der Kaninchen auf die Vegetationszusammensetzung	84
6.2.3	Schlußfolgerung	86

7 Die Flora des Bottsandes	87
7.1 Die Gefäßpflanzen des Bottsandes	88
7.2 Die Moose des Bottsandes	94
7.3 Die Flechten des Bottsandes	95
8 Naturschutzaspekte	96
9 Zusammenfassung	99
10 Literatur	100
11 Anhang	111

1 Einleitung

Große Teile der Landschaft an der schleswig-holsteinischen Ostseeküste sind heute durch Tourismus, Küstenschutzmaßnahmen, Bauwerke und Landwirtschaft stark vom Menschen überformt. Am nordöstlich von Kiel gelegenen Bottsand ist jedoch noch eine natürliche, vielgestaltige Küstenlandschaft mit Dünen, Strandwällen, Trockenrasen, Salzrasen, Brackwasser-Röhrichten und einer großen Flachwasserlagune erhalten geblieben, die vielen Pflanzen und Tieren Lebensraum bietet. Der größte Teil dieses Gebietes steht unter Naturschutz, ein kleinerer Teil wird als Badestrand oder Sportboothafen genutzt. Die Ostseeküste ist im Bereich des Bottsandes ständigen Veränderungen unterworfen, da sich bei schweren Sturmfluten einerseits Nehrungshaken ausbilden, andererseits Dünen und Strandwälle alter Nehrungshaken abgetragen werden. So ist der größte Teil des Bottsandes erst innerhalb der letzten 100 Jahre entstanden. Anhand unterschiedlich alter Nehrungshaken läßt sich die Vegetationsentwicklung während dieses Zeitraumes verfolgen.

Die Fauna des Bottsandes wurde in der Vergangenheit gut untersucht (u.a. SICK 1933, KNÖLLNER 1935, AX 1951, KNÜLLE 1952, GERLACH 1953, NOODT 1957, BILIO 1962, HEYDEMANN 1964, LUTZE 1968, SCHAEFER 1971). Vegetationskundliche Untersuchungen auf dem Bottsand wurden 1937 durchgeführt (leider vernichtet), wie auch in den sechziger Jahren (RAABE 1962 "Vegetationskarte des Bottsandes", unveröffentlicht). In Arbeiten über die Vegetation der schleswig-holsteinischen Ostseeküste berücksichtigt MÖLLER (1975) die Dünen- und Trockenrasen und HÄDTLE (1984) die Salzrasen des Bottsandes. RAABE (1973) hat die Belastung der Vegetation am Badestrand des Bottsandes dargestellt. Eine umfassende Darstellung der Vegetation des Bottsandes fehlt bisher.

Ein Ziel dieser Arbeit ist es daher, die Flora und Vegetation des Bottsandes mit Hilfe von Vegetationsaufnahmen und einer Vegetationskarte zu beschreiben. Ergänzend hierzu werden anhand von Transekten die Höhenzonierung der Vegetation und ihre Abhängigkeit von Bodenparametern dargestellt. Eine Florenliste gibt erstmals einen Überblick über die bisher auf dem Bottsand gefundenen Arten und ermöglicht einen Vergleich zwischen den 1962 von RAABE und den 1995 gefundenen Arten. Zusätzlich sind Daten aus der Literatur und anderen verfügbaren Quellen eingearbeitet worden. In gleicher Weise werden die Flechten und Moose dargestellt.

Die Vegetation ist vielen Tieren nicht nur Lebensraum, sondern dient herbivoren Arten als Nahrungsquelle. Herbivore können so einen erheblichen Einfluß auf die Vegetation haben und sind oft Schlüsselfaktoren für die Verbreitung und Häufigkeit von Pflanzen (TSCHARNTKE 1991). Auf dem Bottsand, der nicht landwirtschaftlich als Weide genutzt wird, haben Kaninchen offenbar einen großen Einfluß auf die Vegetation. Zum einen schaffen sie in den Trocken-, Flut- und Salzrasen durch Beweidung ein Mosaik von kurzrasiger, intensiv beweideter und höherer, extensiv beweideter Vegetation, zum anderen beeinflussen sie die Artenvielfalt, indem sie verhindern, daß sich fraßempfindliche Pflanzen ansiedeln können. Auf Beweidung zurückzuführende Vegetationsmosaike sind in der Vergangenheit mehrfach beobachtet worden.

(u. a. BAKKER et al. 1983, BAZELY & JEFFERIES 1986, VAN DER KOPPEL et al. 1996, BERG et al. in prep.).

Ein weiteres Ziel der vorliegenden Arbeit ist es, den Einfluß der Kaninchen auf die Vegetation im *Festuca rubra*-dominierten oberen Salzrasen experimentell zu untersuchen, da dort derartige Vegetationsmosaike besonders deutlich hervortreten.

Durch ein Ausschlußexperiment im oberen Salzrasen des Bottsandes 1994 (WOLFRAM, unveröff.) konnte gezeigt werden, daß an einer seit längerem von Kaninchen intensiv beweideten kurzrasigen Stelle die Vegetation nach Einzäunung deutlich höher wurde.

In einem Beweidungsexperiment 1995 soll geklärt werden,

- ob in Bereichen hoher Vegetation durch Entfernen der Streuauflage im Frühjahr experimentell eine kurzrasige Vegetation geschaffen werden kann, die durch Kaninchen so intensiv beweidet wird, daß sich die kurzrasige Vegetation erhält, und
- ob die höhere Vegetation, in der mehr Streu akkumuliert, weniger intensiv beweidet wird.

2 Untersuchungsgebiet

2.1 Lage

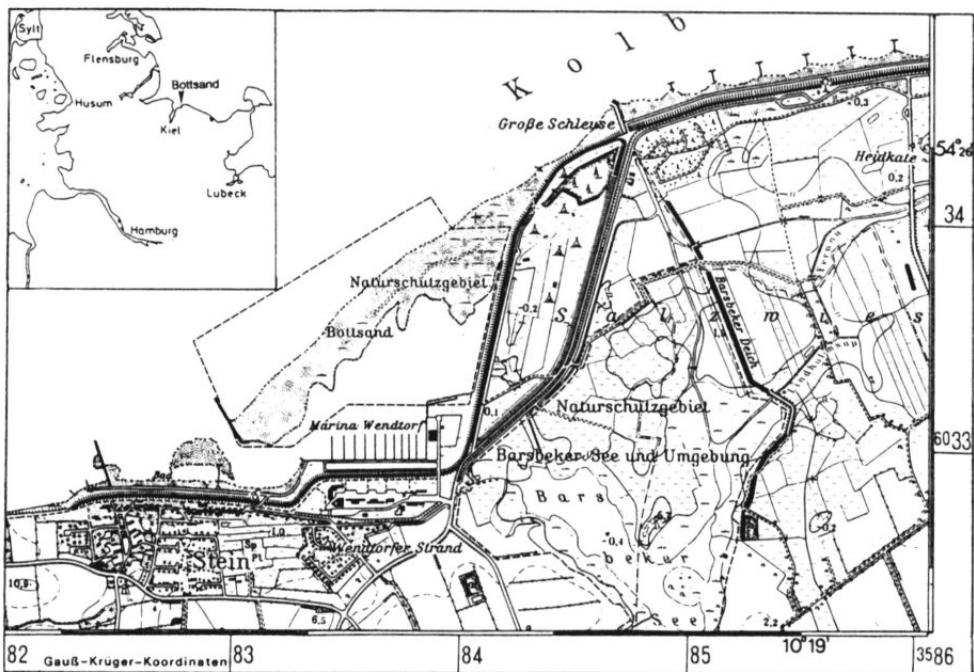


Abb.1: Lage des Untersuchungsgebietes. Ausschnitt aus der Topographischen Karte 1: 25.000, Blatt 1527 (Laboe) 1995, verkleinert. Vervielfältigung mit Genehmigung des Landesvermessungsamtes Schleswig-Holstein vom 30.10.1996, 3-562.6 S 499/96).

Der Nehrungshaken Bottsand liegt an der schleswig-holsteinischen Ostseeküste nordöstlich der Kieler Außenförde in der Gemeinde Wendtorf im Kreis Plön (Abb. 1). Die Landschaft östlich der Kieler Förde ist die zum Schleswig-Holsteinischen Hügelland gehörende Probstei. Das Untersuchungsgebiet umfaßt das 91 ha große Naturschutzgebiet Bottsand und den nordöstlich gelegenen Badestrand Bottsand (9 ha) bis zum Deichauffahrtsweg am Campingplatz Bottsand. Es ist dem westlich gelegenen Hochwasserschutzdeich von 1982 vorgelagert. Das Naturschutzgebiet grenzt im Süden an den Sportboothafen des Freizeitzentrums "Marina/Wendtorf" und westlich an die Mole der Hafenausfahrt der "Marina". Der gesamte nordwestliche Teil des Bottsandes ist Ostseestrand.

2.2 Klima

Schleswig-Holstein zeichnet sich durch kühlgemäßiges, subozeanisches Klima aus. Als langjähriger durchschnittlicher Jahresniederschlag (1891-1930) werden im Klimaatlas für

Schleswig-Holstein (DEUTSCHER WETTERDIENST 1967) für die Region der Probstei 650–700 mm angegeben. Nach ROSENKRANZ (1981) wurden an einer küstennahen Feld-Wetterstation 1973–1976 am Barsbeker See im Jahresmittel nur 588 mm Niederschlag gemessen.

An der Küste der Probstei herrschen südwestliche Winde vor (Abb. 2; STERR 1988). Die schwere Sturmfluten verursachenden und für die Nehrungshakenbildung bedeutenden starken Nordostwinde sind vergleichsweise selten. Nur etwa 10 % der Winde kommen aus östlichen Richtungen. Die häufiger auftretenden stärkeren Südwestwinde verursachen dagegen Niedrigwasser, währenddessen das Wind-Sandwatt in der Bottsand-Lagune und Teile des Sandriffsystems im Vorstrandbereich trockenfallen. Für die Dünenbildung sind vor allem starke westliche Winde bei Trockenheit verantwortlich.

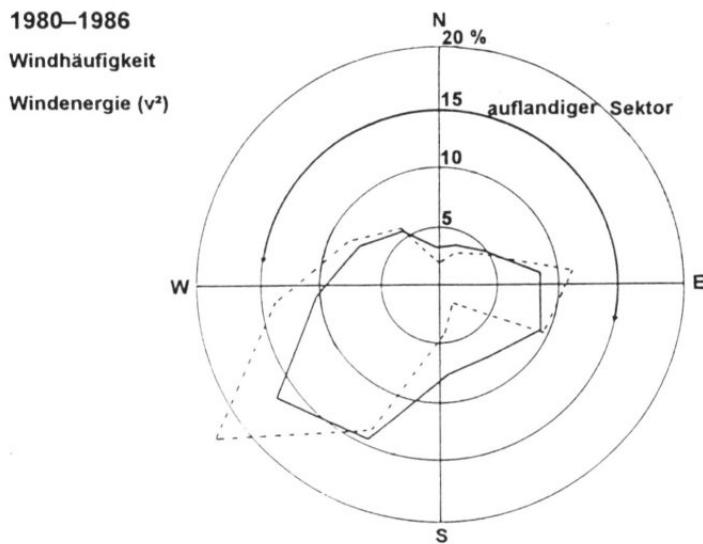


Abb. 2: Verteilung von Windhäufigkeit und Windenergie für den Zeitraum 1980–1986 an der Meßstation Kalifornien/Probstei (STERR 1988).

2.3 Geologie und Morphogenese

Die Probstei ist eine flache weichseleiszeitliche Grundmoränenlandschaft am Rande einer für die westliche Ostsee typischen Fördenküste mit aktivem Küstenausgleich (SCHWARZER 1988a). Die pleistozäne Landoberfläche wird an der Küste größtenteils von holozänen marinischen Sedimenten, Mooren, Strandwällen und Dünen überlagert. Nur an den Steilküsten, etwa bei Todendorf und Stein, steht pleistozäner Geschiebemergel an. In der Probstei sind dem Strand mehrere Sandriffe mit küstenparallelem Sandtransport in Ost-West-Richtung vorgelagert (KÖSTER 1979, SCHWARZER 1989a). Dadurch können sich an Stellen, an denen die Küste stark zurückspringt, Sandhaken ausbilden, denen durch Sturmfluten gebildete, kiesige Strandwälle aufsitzen (KÖSTER 1955). Der Bottsand ist der rezente Teil eines fossilen Strandwallsystems (Abb. 3), das sich vom Ferienort Kalifornien über Heidkate in die Bucht von Stein erstreckt

(HINTZ 1958, KLUG 1973). Dabei liegt das Zehrgebiet für die am Bottsand abgelagerten Sedimente im Bereich eines morphologischen Rückens im Meer vor dem Ferienort Brasilien (KÖSTER & SCHWARZER in SCHWARZER 1989a). Heute werden die Strandwälle des Bottsandes in dem Maße aufgebaut, wie die Erosion im Gebiet der Kolberger Heide voranschreitet (KÖSTER 1979, SCHWARZER 1989b). Die Lage der fossilen Strandwallreste im Bereich der Kolberger Heide (Abb. 3) vermittelt einen Eindruck vom Ausmaß dieser Erosion. Die Strandwallnährungshaken verlaufen nicht mehr küstenparallel, wie auf dem Bottsand, sondern stoßen teilweise rechtwinklig auf die Küstenlinie – die gesamten vormals küstenparallelen Strandwallabschnitte wurde bereits abgetragen. Durch Erosion ist dort die Küstenline in den vergangenen 100 Jahren im Mittel um 5 m landeinwärts gewandert (EIBEN & MÖLLER 1979, BRESSAU & SCHMIDT 1979).

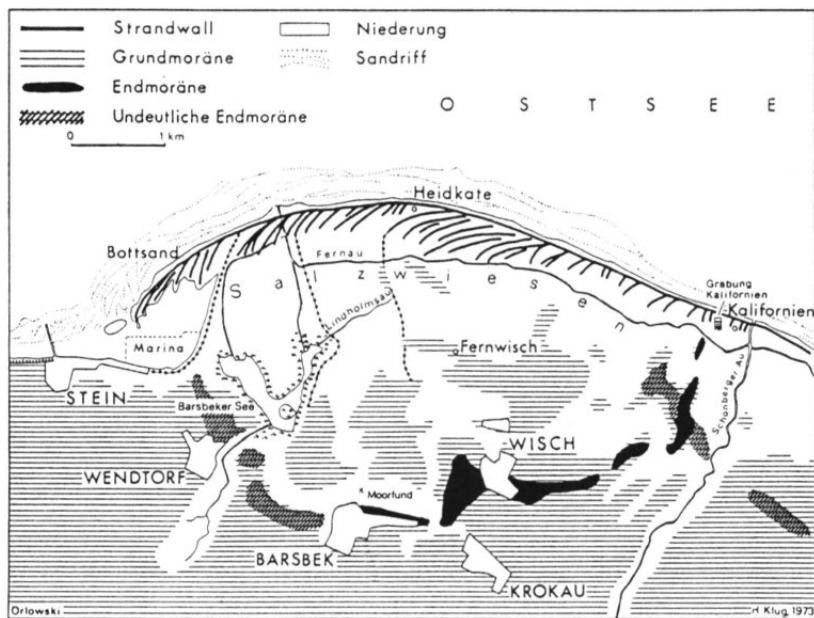


Abb. 3: Geomorphologische Übersichtskarte der Küsten-Niederung an der östlichen Kieler Außenförde mit Lage der Strandwälle im Gebiet der Kolberger Heide und des Bottsandes (aus KLUG et al. 1974, verändert).

Die großen Schäden der Sturmflut von 1872 (3 m über NN) veranlaßten schließlich den Deichbau von 1880/82, bei dem die Niederung des Barsbeker Sees gegen Überflutungen von der Ostsee abgeschlossen wurde (KANNENBERG 1959). Die Wendtorfer Au, die zuvor in die Bucht von Stein floß, wird seitdem über ein Siel östlich vom Bottsand direkt in die Ostsee entwässert. Vor dem Deich kam es seitdem verstärkt zur Bildung neuer Nährungshaken in die Bucht von Stein. Die Entwicklung der Bottsand-Nährungshaken in den letzten 100 Jahren wird in Abb. 4 veranschaulicht. Während im Zeitraum von 1870 bis 1970 der Bottsand um rund 1000 m

anwuchs, sind nach KLUG (1973) im gleichen Zeitraum davor kaum Veränderungen feststellbar gewesen. Er nimmt daher für die fossilen Strandwälle der Kolberger Heide einen Zuwachs von 3 m bis 400 m pro Jahrhundert an. Neue Nehrungshaken haben im letzten Jahrzehnt die Bucht von Stein vom offenen Meer abgetrennt. Ein Wasseraustausch zwischen Bottsand-Lagune und Ostsee ist nur über die künstlich offen gehaltene Hafeneinfahrt möglich. Da der Bottsand inzwischen bis zur Hafenmole reicht, ist dem weiteren Wachstum des Bottsandes nach Südwesten hin ein Ende gesetzt.

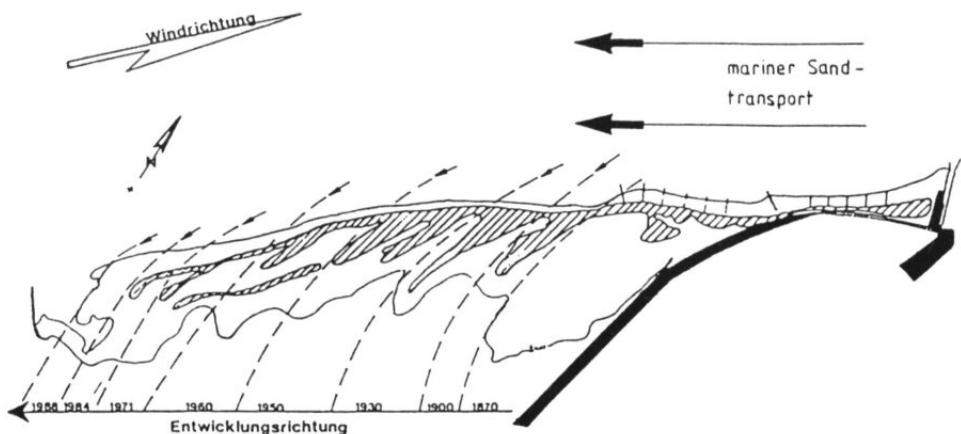


Abb. 4: Skizze zu den Entwicklungsstadien des Nehrungshakens Bottsand und der Dünenwälle (aus SCHRADER 1990a).

Die größten Strandwallneubildungen am Bottsand werden durch Hochwasser bei schweren Sturmfluten mit Nordostwind im Winterhalbjahr verursacht. Sturmfluten mit einem Hochwasseranstieg bis zu 1,5 m über Normalnull (ü. NN) sind im statistischen Mittel zweimal im Jahr zu erwarten. Höhere Wasserstände, bei denen der größte Teil des Bottandes, einschließlich der Trockenrasen unter Wasser steht, treten seltener auf (Tab. 1).

Tabelle 1: Häufigkeit hoher Wasserstände an der Ostsee (aus SCHWARZER 1994):

Wasserstand ü. NN	Häufigkeit des Eintretens
bis 1,50 m	alle 0,5 Jahre einmal
höher als 1,50 m	alle 6 Jahre einmal
höher als 1,75 m	alle 9 Jahre einmal
höher als 2,00 m	alle 17 Jahre einmal
höher als 2,85 m	alle 150 Jahre einmal

Bei Sturmflutwasserständen von 2 m ü. NN mit ausgereiftem Seegang sind an der Probsteiküste nach DETTE & STEPHAN (1979) und EIBEN & MÖLLER (1979) erhebliche Sedimentumlagerungen im Küstenvorfeld und Strandausräumungen zu erwarten. Ein derartiges Ereignis war die große Sturmflut am 4. November 1995 mit 1,99 m ü. NN, bei der der Großteil der Dünen am Badestrand und alte Dünenkämme im Naturschutzgebiet um ein bis zwei Meter abgetragen wurden. Gleichzeitig ist der jüngste Strandwall an der Mole durch neue Kiesaufschüttungen um stellenweise 40 cm höher geworden. Wetterlagen mit Nordwestwinden dagegen bewirken einen Materialtransport in die Bucht von Stein, wodurch diese allmählich versandet (BRAND 1955).

Der Bottsand ist einer der wenigen Abschnitte an der schleswig-holsteinischen Ostseeküste mit rezenter Dünenbildung. Die Dünenbildung setzt weite, dem Wind ausgesetzte Sandstrände voraus. Auf dem Bottsand bilden sich neue Dünenkämme vor allem im Lee der jüngsten Nehrungshaken, vorausgesetzt *Ammophila arenaria* (Echter Strandhafer) und x *Calammophila baltica* (Baltischer Strandhafer) können sich ansiedeln und fungieren als Sandfänger. Als Sandquelle dienen der Strand und die vegetationslosen Strandwallebenen, von denen Fein- und vor allem Mittelsande ausgeblasen werden. Grobsande und Kies bleiben auf den Deflationsflächen zurück. Die Dünen erreichen eine Höhe von fast 4 m ü. NN. Die geomorphologische Dünenentwicklung auf dem Bottsand hat SCHRADER (1990b) ausführlich untersucht.

Die Entstehung der heutigen Küste ist eng mit dem postglazialen Meeresspiegelanstieg bei gleichzeitiger Landsenkung verbunden (KÖSTER 1955). Einen Überblick über den Meeresspiegelanstieg der Ostsee seit dem Atlantikum gibt KLUG (1980). Demnach erreichte der Meeresspiegel um das Jahr Null vorübergehend nahezu das heutige Niveau. Dabei kam es im frühen Subatlantikum noch vor der Zeitenwende zur Vernässung der Küstenniederung der Probstei. Durch die entstehenden ersten Strandwallsysteme im Gebiet der Kolberger Heide wurde die Küstenniederung vor der Brandung geschützt, so daß es dort zur Moorbildung mit intensivem Torfwachstum kommen konnte (KLUG et al. 1974, DIETHELM & PITZKA 1987). Für die Folgezeit sind durch Sedimentanalysen Regressionsphasen (bis 900 n. Chr.) und erneute Transgressionen (12. Jh., 17. Jh. n. Chr.) für die schleswig-holsteinische Ostseeküste belegt (KLUG 1980).

2.4 Böden

Ausgangsgestein für die terrestrische Bodenbildung auf dem Bottsand sind das alluviale marine Lockergestein der Strandwälle und die äolischen Sande der Dünen. Da der Bottsand ein sehr junges Gebiet ist, herrschen Rohböden und AC-Böden vor. Dazu kommen die Grundwasserböden in feuchten Dünentalern, die Niedermoorböden und Anmoorgleye der Salzrasen und die subhydrischen Böden der Röhrichte und des Watts.

Viele Böden sind morphologisch geschichtet. Zum Beispiel fußen die an Grobsand und Kies reichen Strandwälle auf marinen Fein- und Mittelsanden eines subhydrischen Sandriffes und können anschließend von äolischen Sanden überlagert werden. Auch entstehen leicht subfossile Böden, wenn Dünensande alte Ah-Horizonte ehemaliger Strandwall-Trockenrasen überlagern.

Im folgenden werden die wichtigsten Bodentypen auf dem Bottsand stichwortartig vorgestellt. Die Benennung der Bodentypen und ihrer diagnostischen Horizonte ist SCHACHTSCHABEL et al.

(1992) entnommen. Um den engen Bezug zwischen Pflanzengesellschaften und Bodenentwicklung zu unterstreichen, werden zugleich die wichtigsten Pflanzengesellschaften dieser Böden genannt.

2.4.1 Landböden

Lockersyrosem (Ai - Ic-Profil):

Initialstadien der Bodenbildung auf Lockergestein, noch keine Humusakkumulation im Oberboden, gut durchwurzelbar.

Vorkommen: Auf jungen Strandwällen (*Honckenia peploides*-Gesellschaft) und Dünen (*Elymo-Agropyretum juncei*, *Elymo-Ammophiletum arenariae*, *Violo-Corynephoretum canescens*).

Regosole (Ah-Ic):

Mit Humus angereicherter Oberboden über Lockergestein, CaCO₃-arm oder -frei. Regosole gehen bei Humusakkumulation aus Lockersyrosemen hervor.

Vorkommen: Auf alternden Dünen (*Elymo-Ammophiletum festucetosum*, *Violo-Corynephoretum canescens*, *Galio veri-Festucetum ovinae*, *Carici-Airetum praecocis*).

Pararendzinen (Ah-C):

Böden mit einem geringmächtigen humosen Oberboden über carbonatreichem Lockergestein.

Vorkommen: Auf muschelschillreichen, alternden Kies-Strandwällen (*Sedum acre*-Gesellschaft, *Koelerio-Corynephoretea*-Basalgesellschaft).

2.4.2 Grundwasserböden

Naßgleye (Aoh-Gr) und Gleye (Ah-Go-Gr):

Grundwassergeprägte Böden mit einem Reduktionshorizont (Gr) und einem darüberliegendem Oxidationshorizont (Go). Der Reduktionshorizont besitzt oft eine graue bis schwarze Farbe und fällt in Böden mit organischer Substanz durch den Schwefelwasserstoff-Geruch auf.

Vorkommen: In feuchten Dünentälchen und Flutrasen (*Poo humilis-Elymetum repentis*, *Ophioglossum vulgatum-Lychnis flos-cuculi*-Gesellschaft).

Anmoorgleye (Aoa-Gr):

Hydromorpher Boden mit einem 10–30 cm mächtigen Torfhorizont, in dem der organische Anteil über 30 % liegt – bei mächtigeren Torfhorizonten Übergang zum Niedermoor.

Vorkommen: Unter den jüngeren Salzrasen (*Juncetum gerardii*).

Salzmarsch (zAoh-zGr):

Salzhaltige Böden im Gezeitenbereich der Meere, oberhalb des mittleren Tidehochwassers. Unter einer oft nur millimeterdicken, sauerstoffhaltigen Bodenschicht folgt ein mächtiger Reduktionshorizont.

Vorkommen: Die Bodenverhältnisse der Wattböden des Bottsandes wurden eingehend von GERLACH (1953) untersucht. Demnach können in der brandungsgeschützten Bottsandlagune je nach Detritusgehalt und Höhe über NN ein Cyanophyceen-Sand, Farbstreifensand (sandige Zonen um MW), Purpursand (schlickige Zonen um Mittelwasser, MW; auch *Vaucheria*-Watten in den

Stillwasserbereichen) und brauner Detritussand (unter MW) unterschieden werden. Als Standort für Pflanzengesellschaften lassen sich auf dem Bottsand den Cyanophyceen- und Farbstreifensanden das **Salicornietum ramosissimae**, **Puccinellietum maritimae** und **Bolboschoenetum maritimi**, dem Purpursand das **Suaedo-Bassietum hirsutae** zuordnen. Der braune Detritussand wird als semihydrischer Boden zur Brackmarsch (zFr) gezählt (siehe dort).

2.4.3 Moorböden

Niedermoor (nH):

Hydromorpher Boden mit einem mehr als 30 cm mächtigen, meist stark humifizierten Torfhorizont, in dem der organische Anteil über 30 % liegt. Eine besondere Form der Niedermoore stellen die Küsten-Überflutungsmoore (SUCCOW 1988) der Salzrasen dar. Die gebildeten Salztore sind mineralstoffreich und entstehen aus bei aperiodischen Überflutungen abgelagerten marin Sedimenten und organischer Substanz, vornehmlich abgestorbener Wurzelmasse von Salzrasenpflanzen (JESCHKE 1983, SUCCOW 1988).

Vorkommen: Unter älteren Salzrasen (**Juncetum gerardii**). In den Salzrasen am Großen Graben erreicht die Torfmächtigkeit 55 cm, davon sind die untersten 15 cm mit Schilfrizomen durchsetzt.

2.4.4 Subhydrische Böden

Sapropel (Fr-Gr):

In sauerstoffarmen Gewässern unter anoxischen Verhältnissen aus Detritus und anderer organischer Substanz entstandene Faulschlämme.

Vorkommen: Im Endbereich des Großen Grabens (**Ruppietum maritimae**, **Ruppietum cirrhosae**), Salzrasentümpeln und den Brackwasserröhrichten (**Bolboschoonetum maritimi**).

Brackwatt (zFr):

Salzhaltige Böden im Brackwasserbereich unterhalb des MW; sie sind daher die meiste Zeit überflutet.

Vorkommen: Sandwattflächen in der Bottsandlagune (**Ruppietum cirrhosae**, **Bolboschoonetum typicum** und ehemals **Zosteretum noltii**).

2.5 Nutzungsgeschichte

Als Bottsand wurde in der Vergangenheit die Region der jeweils jüngsten Strandwälle und Dünen der Kolberger Heide bezeichnet. So ist der Bottsand mit der Bildung neuer Strandwälle westwärts gewandert. Der älteste Teil des heutigen Bottsandes sind die Strandwälle am Badestrand und der Bereich der Salzrasen um den deichnahen Großen Graben (Abb. 5, Zustand um 1789). Sie mögen 200 Jahre oder älter sein (vgl. KLUG 1973). Die Salzrasen gehörten vor dem Deichbau 1880 zur Niederung um den Barsbeker See, die von alters her als Wiesen und Weiden genutzt wurden. Vor der Einzäunung des Naturschutzgebietes 1961 wurden die Salz- und Trockenrasen des Bottsandes zeitweise mit Rindern und auch von der Herde eines Wanderschäfers beweidet.

Einen Überblick über die Siedlungsgeschichte der Region um die Probsteiniederation seit dem Mittelalter findet sich bei WIEDECKE et al. (1979). Bemerkenswert sind Hinweise auf die bei einer Sturmflut 1625 zerstörten und untergegangenen, von Heideland umgebenen Orte "Heideorth" und "Butzholm". Auch der Name Kolberger Heide für das Gebiet vor der Küstenlinie ist nicht nur ein Hinweis auf dieses untergegangene Land, sondern deutet auf die damals ausgedehnten Küstenheiden hin, von denen heute auf dem Bottsand nur spärliche Reste vorhanden sind.

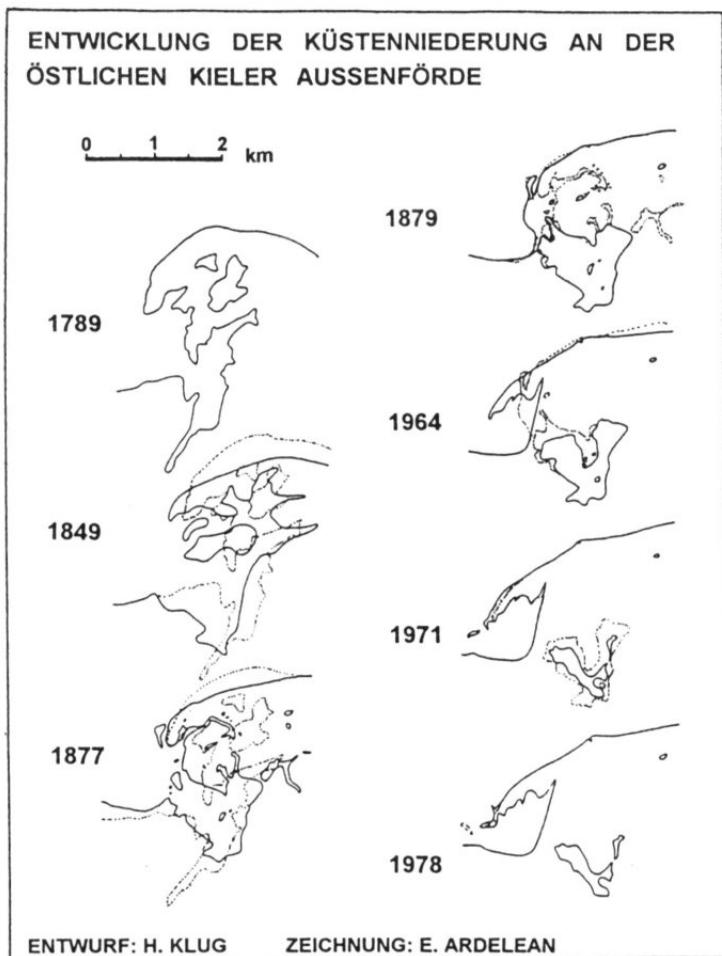


Abb. 5: Entwicklung der Küsten-Niederung an der östlichen Kieler Außenförde von 1789–1978 (KLUG 1978 in SCHRADER 1990a).

Der Name Kolberger Heide wird in dieser Arbeit auch für den Bereich der noch verbliebenen, fossilen Strandwälle zwischen Bottsand, Heidkate und dem Ferienort Kalifornien geführt.

Im heutigen Naturschutzgebiet Bottsand zeugen alte Kiesentnahmestellen von der ehemaligen Nutzung der Strandwälle. Durch wissenschaftliche Untersuchungen in den Salzrasen, Brackwasserlagunen und Strandwällen schon zu Beginn des Jahrhunderts wurde auf die Besonderheiten des Bottsandes aufmerksam gemacht. Seit 1939 steht der damals nur 15 ha große Bottsand formal unter Naturschutz, wurde aber mit zunehmendem Tourismus verstärkt als Freizeitgebiet von Badegästen, Spaziergängern, Auto- und Motorradfahrern genutzt (BEHMANN 1988). Erst 1961 wurde das Naturschutzgebiet Bottsand aufgrund einer Verordnung von den umliegenden für Freizeitaktivitäten genutzten Flächen abgegrenzt und eingezäunt. Das Naturschutzgebiet wird seitdem, vor allem in der Brutsaison, von einem Vogelwart betreut. 1970 wurde für den Vogelwärter eine Unterkunft im Naturschutzgebiet errichtet. Die Vegetation außerhalb des Naturschutzgebietes am Badestrand wurde in der folgenden Zeit, wie RAABE (1973) belegen konnte, durch ungelenken Tourismus stark beeinträchtigt.

Der Bau des Ferienzentrums Marina/Wendtorf 1971/72 mit Sportboothafen und Werfthalle im südlichen Teil der Bucht von Stein, das direkt an das Naturschutzgebiet angrenzt, hat die menschliche Nutzung des Gebietes verstärkt. Verheerenden Einfluß auf die Wasserpflanzen und Tiere der Wattflächen hatten Spülarbeiten in Zusammenhang mit dem Bau der Marina. Das Flachwassergebiet der Lagune wurde von einer bis zu 50 cm dicken Sedimentschicht überspült, die zum Absterben der Bodenfauna (*Arenicola*, *Mya*, *Corophium* etc.) und der Zwerg-Seegraswiesen führte (HELLER 1974: S. 27f.).

Erst seit 1987 besteht ein ganzjähriges Betretungsverbot für das inzwischen 91 ha umfassende Naturschutzgebiet mit Dünen, Strandwällen, Lagune und Vorstrand, wobei ein 280 m langer Strandabschnitt im nordöstlichen Teil des NSG weiterhin als FKK-Strand genutzt wird. Der menschliche Einfluß im Naturschutzgebiet beschränkt sich auf Maßnahmen zum Artenschutz, vornehmlich des Vogelschutzes, aber auch Pflegemaßnahmen, die die Ausbreitung von *Rosa rugosa* (Kartoffel-Rose) verhindern. Die Vegetation auf den Wegen zur Vogelwärterhütte ist der Trittbelaßung angepaßt und vergleichbar mit der Vegetation am Badestrand (**Carici-Airetum praecocis**). Außerhalb des Naturschutzgebietes am Badestrand wurden von der Gemeinde Wendtorf zum Strand führende Bohlenwege angelegt und Teile der Weißdünen eingezäunt. Während ersteres einen positiven Effekt auf die Regeneration des Sandtrockenrasens auf den alten Strandwällen hatte, wurden die Maßnahmen zum Dünenschutz weitgehend unterlaufen.

3 Material und Methoden

3.1 Vegetationskundliche Methoden

Alle vegetationskundlichen Untersuchungen erfolgten während der Vegetationsperiode 1995. Durch Vegetationsaufnahmen soll ein umfassender Überblick über die Vegetation des Bottsandes gegeben werden. Die Vegetationsaufnahmen werden pflanzensoziologisch in Einheiten gegliedert, die in Form von Tabellen und einer Vegetationskarte dargestellt werden. In Kapitel 4 werden die in den Vegetationstabellen und der Vegetationskarte zusammengefaßten vegetationskundlichen Ergebnisse beschrieben und für die jeweiligen Pflanzengesellschaften diskutiert.

3.1.1 Vegetationsaufnahmen, Deckung, Tabellen

Die repräsentative Erfassung der unterschiedlichen Vegetationstypen des Bottsandes erfolgte in Vegetationsaufnahmen. Der Schule von BRAUN-BLANQUET folgend, wurden als homogen erachtete Vegetationseinheiten ausgewählt und die Deckung der in der Fläche vorkommenden Pflanzenarten prozentual geschätzt. Der Schätzwert wurde der von REICHELT & WILMANNS (1973) modifizierten, international verwendeten Artmächtigkeitsskala nach BRAUN-BLANQUET (1964) zugeordnet:

Symbol:	Individuenzahl/Aufnahmefläche	Deckung in %
r:	1	< 5
+:	1–5	< 5
l:	6–50	< 5
2m:	> 50	< 5
2a:	beliebig	5–15
2b	beliebig	16–25
3:	beliebig	26–50
4:	beliebig	51–75
5:	beliebig	76–100

In den Tabellen wurden für die synsystematische Kennzeichnung von Arten folgende Abkürzungen verwendet:

AC: Charakterart der Assoziation

VC: Charakterart des Verbandes

OC: Charakterart der Ordnung

KC: Charakterart der Klasse

D: Differentialart der Assoziation oder einer ranglosen Gesellschaft

d: Differentialart von Untereinheiten einer Assoziation, Gesellschaft oder Basalgesellschaft

Auf die sonst in Vegetationsaufnahmen üblichen Angaben von Soziabilitätswerten, die der Artmächtigkeit angefügt werden, wurde der Übersichtlichkeit halber verzichtet. Für Sandtrockenrasen, Dünen und Salzrasen, die vorherrschenden Vegetationstypen des Bottsandes,

werden von DIERSSEN (1990) bewährte Aufnahmeflächengrößen von 1–5 m² angegeben, für Röhrichte und Wasserpflanzengesellschaften 5–10 m². Um eine Vergleichbarkeit unterschiedlicher Aufnahmen zu erleichtern, wurde, wenn möglich, in allen Vegetationstypen eine Flächengröße von 10 m² angestrebt. Für jede Vegetationsaufnahme wurde die Gesamtdeckung der Vegetation sowie jeweils die Deckung der Samenpflanzen (Phanerogamen) und der Flechten und Moose (Kryptogamen) geschätzt. Algen und Pilze wurden bei den Vegetationsaufnahmen nicht berücksichtigt, obwohl, je nach Jahreszeit und Witterung, auch hier Deckungen feststellbar gewesen wären.

Da es auf dem Bottsand nur wenige Gehölze gibt, die zudem nicht höher als hochwüchsige Stauden sind, wurde auf eine Trennung zwischen Strauchschicht und Krautschicht verzichtet, junge Gehölze gegebenenfalls mit "juv." gekennzeichnet.

3.1.2 Transekten

Auf dem Bottsand wurden zwei Transekten angelegt, die einen Überblick der Vegetation vom Sandstrand über die Dünen und Strandwälle zu den Salzrasen und Röhrichten am Bodden wiedergeben. Die Lage der Transekten ist in Abb. 6 dargestellt.

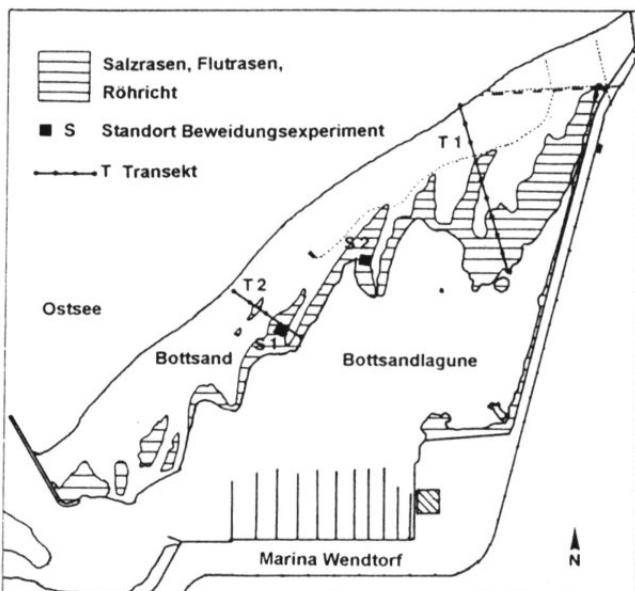


Abb. 6: Lage der Transekten und der Standorte des Beweidungsexperimentes im Salzrasen auf dem Bottsand

Entlang des Transektes wurden in einem ein Meter breiten Streifen fortlaufend Vegetationsaufnahmen gemacht. Je nach Struktur und Ähnlichkeit der Vegetation schwankte die Länge der Aufnahmenflächen zwischen einem und fünfzehn Meter. Außerdem wurden in größeren Abständen mit dem Bohrstock Bodenprofile bis in ein Meter Tiefe erbohrt und Bodenproben

entnommen. Der Höhenverlauf des Transektes wurde anhand von Meßpunkten des Amtes für Land- und Wasserwirtschaft Kiel mit einem Nivelliergerät (ZEISS NI 30) eingemessen. Die Nivellierarbeiten zum Transekt erfolgten im November 1995 nach der großen Sturmflut, so daß an Transekt 2 der Anfangsabschnitt vom Ostseestrand bis zur Weißdüne fehlt. Für Transekt 1 kann für den Abschnitt zwischen Ostseestrand und Dünenkette auf eine Schlauchwaagenvermessung vom Oktober 1995 zurückgegriffen werden.

3.1.3 Nomenklatur

Die Nomenklatur für die Gefäßpflanzen richtet sich nach der "Standardliste der Farn- und Blütenpflanzen der Bundesrepublik Deutschland" der ZENTRALSTELLE FÜR FLORISTISCHE KARTIERUNG DER BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND (1993) unter Berücksichtigung der Korrekturen von WISSKIRCHEN (1995). Folgende Arten wurden als Sammelarten, zumindest in einigen Vegetationstabellen, zusammengefaßt oder nicht in Unterarten (Subspecies) aufgegliedert:

Atriplex prostrata (*Atriplex prostrata* einschließlich introgressiver Populationen zu *Atriplex calotheca*)

Agrostis stolonifera (keine Trennung der Unterarten)

Erodium cicutarium agg.

Poa pratensis agg. (*Poa angustifolia*, *P. humilis*, *P. pratensis*)

Festuca rubra (nur *Festuca rubra* ssp. *littoralis*, *Festuca rubra* ssp. *rubra*)

Salicornia ramosissima (incl. *Salicornia europaea* L. s. str.)

Taraxacum spec.

Abweichend von der Nomenklatur wurden unter *Taraxacum laevigatum* agg. sowohl *Taraxacum* sect. *Erythrosperma* als auch *Taraxacum* sect. *Obliqua* zusammengefaßt und nicht unterschieden. Gleches gilt für *Taraxacum officinale* (*Taraxacum* sect. *Celtica*, sect. *Hamata* und sect. *Ruderalia*).

Die wissenschaftlichen Namen und Artauffassungen der Moose folgen LUDWIG et al. (1996) und die der Flechten WIRTH (1995). Folgende Flechten wurden nicht nach Unterarten getrennt (WIRTH 1987: S. 512f., und 1995):

Cladonia arbuscula (Subspecies: *arbuscula*, *mitis*, *squarrosa*)

Cladonia pyxidata (Subspecies: *chlorophaea*, *grayi*, *pyxidata*).

Cladonia ciliata und *C. temuis* werden als Synonyme aufgefaßt.

Die pflanzensoziologische Nomenklatur ist weitaus schwieriger zu handhaben. Die Grundlagen einer einheitlichen Nomenklatur sind nach BARKMANN et al. (1986) festgelegt, werden jedoch erst allmählich stärker berücksichtigt. Erschwerend kommt hinzu, daß die Liste pflanzensoziologischer Synonyme um die der sippentaxonomischen bereichert ist. Besonders, wenn der Namen für eine Gesellschaft aus Synonymen der namengebenden Pflanzenarten gebildet wird, sind pflanzensoziologische Namen eher eine Hürde als eine verständliche Gesellschaftsbezeichnung. Beispielsweise ist das *Elymo-Agropyretum juncei* Br.-Bl. et De Leeuw 1937 em. R. Tx. 1957 nach *Leymus arenarius* (Syn. *Elymus arenarius*) und *Elymus farctus* (Syn. *Agropyron junceum*)

benannt worden. Damit der Leser dennoch den Bezug zwischen den namensgebenden Arten einer Gesellschaft und den Arten der Vegetationsaufnahme erkennt, wurde die Gesellschaftsbezeichnung mit den gültigen Artnamen in Klammern hinter den gültigen Gesellschaftsnamen gesetzt.

Die Gliederung der Vegetation in Gesellschaften, Verbände, Ordnungen und Klassen ist stark vom Konsens der Pflanzensoziologen untereinander abhängig. Dieser konnte bisher für Mitteleuropa noch nicht erreicht werden. Gleichwohl ist in den vergangenen Jahrzehnten ein pflanzensoziologisches System entstanden, das über die Vegetation eine Beschreibung komplexer ökologischer Zusammenhänge zuläßt. Scharfe Vegetationsgrenzen sind in der Natur selten. Vielmehr gibt es fließende Übergänge in der Artenzusammensetzung von einem Standort zum anderen. Dies möge bei Betrachtung der Vegetationskarte vom Bottsand 1995 vergegenwärtigt werden.

Wie ELLENBERG (1956) betont, sollte man zwischen einem tatsächlich vorhandenen Pflanzenbestand und den abstrakten Typenbegriffen der Pflanzensoziologie wie den Assoziationen unterscheiden. Diese ermöglichen es dem Betrachter, verschiedene, aber ähnlich zusammengesetzte Pflanzenbestände zu einer abstrakten Vegetationseinheit zusammenzufassen. Solche abstrakten Einheiten sollen zum einen die vorgefundenen Pflanzenbestände eindeutig beschreiben, zum anderen auch überregional einen Vegetationsvergleich erleichtern.

Ziel dieser Arbeit ist es, die vorgefundene Vegetation des Bottsandes mit Hilfe des pflanzensoziologischen Systems treffend zu charakterisieren. Nach Möglichkeit wird für die Beschreibung der Gesellschaften des Bottsandes auf neue Literatur (u. a. ELLMAUER & MUCINA 1993, POTT 1995, DIERSSEN 1996) zurückgegriffen.

3.1.4 Verwendete Bestimmungsliteratur

Bestimmungshilfen Gefäßpflanzen:

OBERDORFER (1990): Pflanzensoziologische Exkursionsflora

ROTHMALER et al. (1987): Exkursionsflora von Deutschland, Band 4

ADLER et al. (1994): Exkursionsflora von Österreich

GARVE (1982): Die *Atriplex*-Arten (Chenopodiaceae) der deutschen Nordseeküste

Bestimmungshilfen Moose:

FRAHM & FREY (1992): Moosflora

SMITH (1978): The Moss Flora of Britain and Ireland

SMITH (1990): The Liverworts of Britain and Ireland

NYHOLM (1989–93): Illustrated Flora of Nordic Mosses

LANDWEHR (1978): Atlas van de Nederlandse bladmossen

LANDWEHR (1980): Atlas Nederlandse Levermossen

Bestimmungshilfen Flechten:

WIRTH (1995): Flechtenflora

POELT & VĚZDA (1977): Bestimmungsschlüssel europäischer Flechten, Ergänzungsheft I

HENNIPMAN (1978): De Nederlanse Cladonia's (Lichenes)

OZENDA & CLAUZADE (1970): Les Lichens
SANDSTEDE (1931): Die Gattung *Cladonia*

3.2 Bodenkundliche Methoden

Zur Bestimmung des pH-Wertes und der organischen Substanz wurden entlang der Transekten (Kapitel 5) Bodenproben mit einem Pürckhauer-Bohrer aus bis zu einem Meter Tiefe genommen. Die Geländeansprache der Böden folgt SCHLICHTING et al. (1995). Für weitere bodenkundliche Angaben wird auf die Literatur verwiesen: Korngrößenverteilung (GERLACH 1953, SCHRADER 1990b), Salinität (SICK 1933, GERLACH 1953, BILIO 1962, LUTZE 1968), Temperatur (LUTZE 1968, SCHREITLING 1979), Bodenfeuchte (ROSENKRANZ 1981), C/N Verhältnis (MÖLLER 1975), pH-Werte (GERLACH 1953, LUTZE 1968, MÖLLER 1975) und Glühverlust (GERLACH 1953, MÖLLER 1975).

3.2.1 pH-Wert-Messungen

Um die pH-Werte zu bestimmen, wurden die Bodenproben bei 65 °C bis zur Gewichtskonstanz getrocknet. Anschließend wurden sie im Verhältnis 1: 2,5 mit bidestilliertem Wasser versetzt und 20 Minuten auf einem Schüttler zu einer Suspensionslösung aufgeschlämmt, in der der pH-Wert mit einem pH-Meter gemessen wurde. Humus- und tonreiche Böden wurden zuvor gemörsernt.

Bei pH-Wert-Messungen mit destilliertem Wasser werden nur die in der Bodenlösung dissoziierten Protonen erfaßt und geben in etwa den pH-Wert der Bodenlösung am Standort bei Feldkapazität wieder. Die Meßwerte liegen etwas höher als bei Messungen mit KCl oder CaCl₂, da bei letzteren zusätzlich die an Bodenpartikel sorbierten Protonen freigesetzt und mitgemessen werden.

3.2.2 Organische Substanz (Glühverlustbestimmung)

Die Bodenproben wurden im Trockenschrank bei 105 °C bis zur Gewichtskonstanz getrocknet. Je nach Humusgehalt wurden zwischen 2 g und 10 g Boden in Porzellantiegel eingewogen und anschließend im Muffelofen bei knapp 600 °C zwei Stunden erhitzt, wobei der organische Anteil verascht. Der prozentuale Gewichtsverlust wird als Glühverlust [%] (GV %) angegeben. Als Fehlerquelle muß berücksichtigt werden, daß bei höherem Gips-, Ton- und Sesquioxidgehalten im Boden bei hohen Temperaturen Kristallwasser entweicht. Da die untersuchten Böden des Bottsandes jedoch vornehmlich reine Sandböden bzw. Sand-Humusböden sind, ist dieser Fehler zu vernachlässigen. Der Glühverlust stimmt annähernd mit dem Anteil der organischen Substanz überein (vgl. auch MÖLLER 1975).

3.3 Beweidungsexperiment mit Kaninchen im oberen Salzrasen

3.3.1 Auswahl der Versuchsflächen und Versuchsaufbau

Da die Salzrasen am Bottsand meist relativ schmale Streifen zwischen Strandwällen und Brackwasser-Röhricht bilden, wurden zwei Standorte ausgewählt, die großflächig einen homogenen, kaum beweideten Eindruck vermittelten und von *Festuca rubra* dominiert wurden.

Standort 1 lag in einem etwa 30 Jahre alten Salzrasen am Hütten-Nehrungshaken (um 1950). Der Boden wies einen 4 cm mächtigen Torfhorizont über Kies auf (vgl. Transek II, Meter 129). Standort 2 gehörte zu einem etwa siebzigjährigen Salzrasen am Weißdorn-Strandwall mit einem 13 cm mächtigen Torfhorizont (GV 59,5 %) über Kies. Beide Salzrasen lagen geschützt im Lagunenbereich zwischen zwei Nehrungshaken etwa 50 cm ü. NN. In Abb. 6 ist die Lage der beiden Standorte eingezeichnet.

Versuchsaufbau:

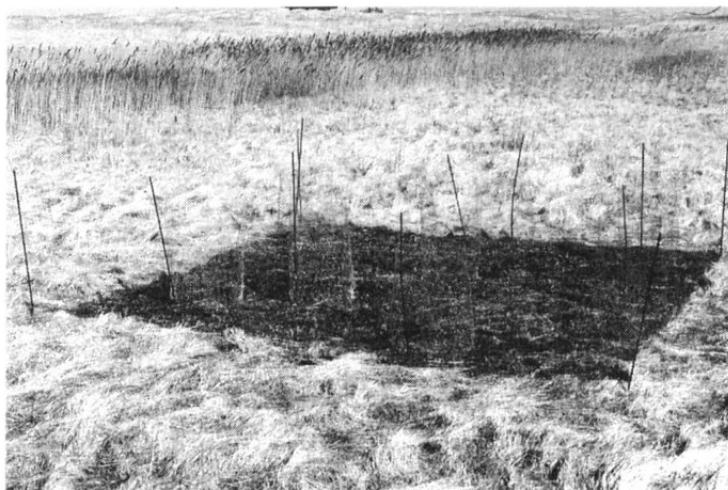


Abb. 7: Versuchsaufbau an Standort 1. Auf der Versuchsfläche im oberen Salzrasen (*Juncetum gerardii*) wurde die Streu entfernt und acht Rundkäfige aufgestellt.

Vor Beginn der Vegetationsperiode (22./27.3.1995) wurden an den Standorten 1 und 2 Versuchsflächen eingerichtet. Diese bestanden jeweils aus einer gemähten 9 m² großen Flächeneinheit, die in eine eingezäunte (unbeweidet) und eine freie, beweidbare Fläche unterteilt wurden. Die Kontrollfläche, auf der kein Eingriff erfolgte (ungemäht, beweidbar), lag in mindestens einem Meter Abstand von der gemähten Fläche, um Randeffekte bei erwarteter unterschiedlicher Beweidungsintensität zu minimieren.

Die drei Versuchseinheiten sind:

- A: gemäht, eingezäunt, unbeweidet
- B: gemäht, uneingezäunt, beweidet
- C: ungemäht, uneingezäunt, beweidet (Kontrolle)

Von jeder Versuchseinheit wurden pro Standort 8 Parallelproben von jeweils 25 x 25 cm² genommen. Aus den Meßergebnissen wurden Mittelwert und Standardabweichung der Versuchseinheit errechnet. Auf den 9 m² großen, quadratischen Flächen wurde die gesamte oberirdische Phytomasse mit Rasenscheren (RS 10 Fa. Gardena) ca. einen Zentimeter über der

Bodenoberfläche abgemäht und entfernt. Auf dieser Fläche wurden, um Kaninchen auszuschließen, acht Rundkäfige aus Kaninchendraht mit einer Höhe von 50 cm und einem Durchmesser von 35 cm verteilt und mit Drahtkrampen im Boden verankert (Abb. 7). Der Abstand der Ausschlußkäfige untereinander wurde so eingerichtet, daß Kaninchen ungehindert zwischen den Käfigen umherlaufen konnten ("doppelte Kaninchenbreite").

3.3.2 Oberirdische Phytomasse

Am Ende der Vegetationsperiode (27./28. 9.1995) wurde in allen Versuchseinheiten mit Hilfe eines 25 x 25 cm²-Steckrahmens von allen Probeflächen mit einer Rasenschere die oberirdische Phytomasse ca. 1 cm über dem Boden geerntet. Die Phytomasse wurde anschließend in drei Fraktionen aufgeteilt: 1) Grasartige (*Juncus gerardii*, *Festuca rubra*, *Agrostis stolonifera*), 2) *Glaux maritima* und 3) Rest. Bei 65 °C wurden die Proben bis zur Gewichtskonstanz getrocknet und anschließend gewogen. Für jede Fraktion wurde für die acht Proben der Mittelwert und die Standardabweichung errechnet. Die Biomasse wird als Trockengewicht [g TG/m²] angegeben.

3.3.3 Vegetationshöhe

Vor der Biomasseernte wurde pro Probe an jeder Seite eines 25 x 25 cm² Steckrahmens mittig die durchschnittliche Höhe der Vegetation gemessen und aus den vier Meßwerten die mittlere Vegetationshöhe der Probe errechnet.

3.3.4 Artmächtigkeit

Mit der Schätzung der Artmächtigkeit (vgl. 3.1.1) der Proben vor der Ernte sollten mögliche Verschiebungen im Artenspektrum, vor allem aber der Deckungswerte einzelner Arten erfaßt werden. Da eine Differenzierung zwischen *Festuca rubra*, *Juncus gerardii* und *Agrostis stolonifera* bei der Biomasse mit unverhältnismäßigem Aufwand verbunden ist, kann die Schätzung der Artmächtigkeit wertvolle Hinweise auf Veränderungen innerhalb dieser Grasartigen geben.

3.3.5 Anzahl der Fruchtstände

Um den Einfluß der Kaninchenbeweidung auf die Entwicklung von Blüten und Früchten bei *Juncus gerardii* zu untersuchen, wurde im September 1995 in den Biomasseproben die Anzahl der Fruchtstände ermittelt. Verbissene Fruchtstände wurden nur mitgezählt, wenn noch Fruchtkapseln vorhanden waren.

3.4 Vegetationsvergleich von 1962 und 1995

Um Vegetationsveränderungen zwischen 1962 und 1995 festzustellen, wurde die Vegetationskarte von RAABE (1962) mit der Vegetationskarte von 1995 verglichen. Ein Vergleich der Vegetationstypen von 1962 und 1995 ist in den meisten Fällen gegeben. Wo dies nicht der Fall ist, wurde den Vegetationstypen von RAABE eine Kartiereinheit von 1995 zugeordnet, die diesen nahekommt. Die Vegetationsveränderungen werden in Kapitel 4 dargestellt.

4 Die Pflanzengesellschaften des Bottsandes

Der Bottsand beherbergt auf kleinem Raum einen Großteil der für die Ostseeküste typischen Pflanzengesellschaften. Im folgenden werden die 1995 gefundenen Pflanzengesellschaften des Bottsandes beschrieben und mit Vegetationsaufnahmen vorgestellt. Dabei werden berücksichtigt:

- Allgemeines zum Vorkommen der Gesellschaft
- charakteristische Arten der Gesellschaft
- Verbreitung der Gesellschaft auf dem Bottsand und an der Ostseeküste Schleswig-Holsteins
- Entwicklung der Gesellschaft auf dem Bottsand zwischen 1962 und 1995
- Einfluß von Beweidung
- Anmerkungen zur Gliederung und Syntaxonomie
- Angaben zur Gefährdung der Gesellschaften nach der Roten Liste der Pflanzengesellschaften Schleswig-Holsteins (DIERSSEN et al. 1988)

4.1 Submerse Wasserpflanzengesellschaften

Auf dem Bottsand beschränken sich Wasserpflanzengesellschaften mit untergetauchten Gefäßpflanzen derzeit auf den deichnahen sogenannten Großen Graben. Aus Literaturangaben und alten Luftbildern geht aber hervor, daß früher auch größere Bereiche der Bottsandlagune mit Unterwasserpflanzen bewachsen waren. In den nassen Dünentälern sind nur temporäre, kleine Gewässer zu finden, in denen sich dichte Röhrichte ausbreiten und sich bisher keine Unterwasserpflanzengesellschaften entwickelt haben. Die schon von SICK (1933) untersuchten kleinen Tümpel in den alten Salzrasen sind entweder vegetationsfrei oder mit *Bolboschoenus maritimus* bestanden.

Die Algen und Bakterien im Gebiet wurden 1995 nicht näher untersucht. Erwähnt seien aber vereinzelte mit *Enteromorpha* spec. und *Fucus vesiculosus* bewachsene Steine im Vorstrandbereich, die bei Niedrigwasser trocken fallen. Der 1994 erstmals in größeren Mengen an den Strand gespülte, sich in den letzten Jahren in der Ostsee ausbreitende *Fucus evanescens* (vgl. PRANTKE 1995) braucht felsiges Substrat als Unterlage und ist somit höchstens an der Mole der Marina zu erwarten. Im Bodden können sich im Sommer Algenwatten bilden, u. a. mit *Chorda filum* und *Cladophora* spec.

4.1.1 Klasse: *Zosteretea marinae* Pignatti 1953 – Seegraswiesen

In dieser Klasse sind die weltweit verbreiteten marinischen Seegrasgesellschaften zusammengefaßt. 1995 konnten im Gebiet des Bottsandes keine *Zostera*-Arten gefunden werden. Jedoch werden nach Stürmen regelmäßig größere Mengen von *Zostera marina* (Gemeines Seegras) ausgerissen und an den Strand geworfen oder in die Bottsandlagune getrieben. Nach WERNER (1979) bildet *Zostera marina* im Küstengebiet der Kolberger Heide in Wassertiefen zwischen 9 m und 5 m einen lückenlosen Vegetationsgürtel. So können auch in der dem Sandriffssystem des Bottsandes vorgelagerten Küstenzone in vergleichbaren Wassertiefen Seegrasvorkommen angenommen werden. Diese Bereiche liegen jedoch zum Teil weiter als 500 m von der Strandlinie entfernt. Bis

in die achziger Jahre hinein gab es auch vereinzelte *Zostera marina*-Vorkommen im höher gelegenen Bereich des Sandriffsystems im Naturschutzgebiet.

Im Jahresbericht 1993 für das NSG Bottsand berichten BEHMANN & OHLSEN (1994) vom fast vollständigen Verschwinden der Seegrasvorkommen und von einer verringerten Dichte des Zwerg-Seegrases (*Zostera noltii*) im Bodden. An den von BEHMANN & OHLSEN angegebenen Fundorten konnte 1995 kein Zwergseegras mehr nachgewiesen werden. Im "Atlas der Flora von Schleswig-Holstein" (RAABE 1987) ist *Zostera noltii* für den Bereich des Bottsandes angegeben; dabei wird in den Unterlagen zu dieser Kartierung als ältere Fundortsangabe für den Bottsand auf die "Flora von Kiel" von A. CHRISTIANSEN et al. (1922) verwiesen, obwohl sich dort nur die Angabe "in der Ostsee; nicht selten" findet. SICK (1933) fand seinerzeit im mittleren Teil des Großen Grabens jeweils kleine Bestände von *Zostera noltii* und *Ruppia* spec.

Sicherlich hat *Zostera noltii* bis zu den Aufschlickungsarbeiten beim Bau der Marina günstigere Wachstumsbedingungen in den Flachwasserbereichen der Lagune gefunden als heute. Durch zunehmende Aufsandung fällt bei Niedrigwasser der gesamte Bodden mit Ausnahme des Großen Grabens oft für etliche Tage trocken und bietet dadurch dem Zwergseegras keinen geeigneten Lebensraum mehr. Auf Luftbildern aus den fünfziger und sechziger Jahren (u. a. BILIO 1962) sind in weiten Teilen der Lagune ausgedehnte Wasserpflanzenbestände sichtbar. Auch wenn nicht zwischen *Ruppia*, *Zostera* und Makroalgen unterschieden werden kann, so dokumentieren diese Bilder den extremen Rückgang der Wasserpflanzengesellschaften. Die Gesellschaft des Zwerg-Seegrases, das ***Zosteretum noltii***, muß daher als verschollen gelten. Das Vorkommen könnte aber bei für *Zostera* günstigeren hydrologischen Verhältnissen wieder auflieben.

4.1.2 Klasse: *Potametea pectinati* R. Tx. et Prsg. 1942 – Laichkraut- und Schwimmblattgesellschaften

In dieser Klasse sind hier die festverwurzelten Wasserpflanzengesellschaften des Süß- und Brackwassers zusammengefaßt. Davon kommen auf dem Bottsand die beiden Brackwasser-Gesellschaften ***Ruppietum maritimae*** Hocq. 1927 und das ***Ruppietum cirrhosae*** Iversen 1941 aus dem Verband ***Ruppiion maritimae*** Br.-Bl. 1931 (Salden-Gesellschaften) vor.

Als charakteristische Brackwasserarten ertragen die Salden starke Salzgehaltsschwankungen und sind erst in permanenten Süßwasserbereichen den dortigen Wasserpflanzen unterlegen. Für den Großen Graben am Bottsand hat SICK (1933) Salzgehalte von 8 – 16 ‰ gemessen. Im Endtümpel dürften die Werte noch extremer ausfallen.

Im Bereich der größeren Bodden Mecklenburg-Vorpommerns und in der östlichen Ostsee sind die Saldengesellschaften weit verbreitet und kommen zusammen mit salztoleranten Glykophyten wie *Potamogeton pectinatus* (Kamm-Laichkraut) und Characeen (Armleuchteralgen) vor.

Die syntaxonomische Einordnung des ***Ruppiion maritimae*** in die Klasse der ***Potametea pectinati*** folgt HÄRDLE (1984), DIERSSEN et al. (1988) und DIERSSEN (1996). Von anderen Autoren werden die Saldengesellschaften als eigene, aber nur schwach differenzierte Klasse ***Ruppietea maritimae*** J. Tx. 1960 geführt (ELLENBERG 1986, OBERDORFER 1990, WILMANNS 1993, POTT 1995) und als Salzpflanzen-Gesellschaft von den Süßwasser-Gesellschaften getrennt.

4.1.2.1 Ruppietum maritimae Hocq. 1927 – Meer-Saldengesellschaft (Tab. 2; Nr. 1–2)

Diese nur durch zwei Aufnahmen belegbare Gesellschaft ist auf den Endabschnitt des deichnahen Großen Grabens beschränkt. Auch bei Niedrigwasser steht hier noch Wasser, das nicht zum Bodden hin ablaufen kann. Die Wassertiefe beträgt etwa 20 cm. Der Boden besteht aus mehreren Dezimeter tiefem H_2S -haltigen Schlick (Sapropel), der an flacheren Stellen von Purpurbakterien überzogen ist. Die Pflanzen wachsen meist vereinzelt, so daß keine hohe Deckung erreicht wird. Nur am von Röhricht eingeschlossenen Endtümpel des Großen Grabens kommt als Begleiter *Potamogeton pectinatus* zusammen mit *Ruppia maritima* vor.

Das **Ruppietum maritimae** wächst auf dem Bottsand unter eutrophen Bedingungen. Im Bereich des Großen Grabens dürfte diese Eutrophierung jedoch auf natürliche Prozesse zurückzuführen sein, die W. CHRISTIANSEN (1955) so schildert:

"Wo das Meer stille, flache Winkel bildet, pflegen tote Seegrasmassen sich in großer Menge abzulagern und in Verwesung überzugehen. Hier stellt eine ungemein reiche Bakterienflora sich ein ("Bakteriensümpfe"). Manche Bakterien färben das faule Wasser rot (Purpurbakterien)."

Aus dieser Schilderung wird deutlich, an welchen für Gefäßpflanzen extremen Standorten *Ruppia maritima* noch wachsen kann. Zum Bodden hin wird mit zunehmend sandigerem Substrat das **Ruppietum maritimae** vom **Ruppietum cirrhosae** abgelöst.

HÄRTLE (1984) gibt das **Ruppietum maritimae** an der schleswig-holsteinischen Ostseeküste für den Sehlendorfer Binnensee und auf Fehmarn für die Markelsdorfer Huk, Fastensee, Lemkenhafen und den Grünen Brink an.

Bei der Vegetationskartierung von RAABE (1962) wurden die Wasserpflanzen nicht berücksichtigt. Ältere Vorkommen von *Ruppia maritima* am Bottsand sind jedoch durch Herbarbelege (Univ. KIEL) zwischen 1936 und 1963 gut belegt (vgl. REESE 1963).

Ausführlich hat sich REESE (1963) mit der Verbreitung der *Ruppia*-Arten in Schleswig-Holstein beschäftigt. Das **Ruppietum maritimae** kommt etwas seltener vor als das **Ruppietum cirrhosae**. In der Roten Liste der Pflanzengesellschaften Schleswig-Holsteins (DIERSSEN et al. 1988) wird es daher als stark gefährdet (RL 2) eingestuft. In den zunehmend eutrophierten Gewässern geht die Gesellschaft stark zurück. Empfindliche Arten wie die Armleuchteralgen verschwinden und eutraphente Arten wie *Cladophora* spec. nehmen zu.

4.1.2.2 Ruppietum cirrhosae Iversen 1941 – Strand-Saldengesellschaft (Tab. 2; Nr. 3–6)

Das **Ruppietum cirrhosae** besiedelt weite Teile des deichnahen vorderen Großen Grabens und wird durch vier Vegetationsaufnahmen belegt. Zum Bodden hin wird das Vorkommen von *Ruppia cirrhosa* durch längeres Trockenfallen der Windwatten im Sommer begrenzt, während im Großen Graben weiterhin Wasser steht. Das Substrat ist ein sandiger Schlick (Brackwatt), der zum Endgraben zunehmend in Sapropel übergeht, wobei die Deckung der *Ruppia cirrhosa*-Bestände abnimmt.

Stellenweise werden die Salden von flottierenden Algenwatten (u. a. *Chladopora*, *Ulva*) begleitet, die von SICK (1933) bereits eingehend zoologisch untersucht worden sind. Die sonst neben *Ruppia cirrhosa* vorkommenden Characeen oder *Zannichellia palustris* ssp. *pedicellata*

wurden nicht gefunden. *Zannichellia palustris* ssp. *pedicellata* kam im letzten Jahrhundert im Brackwasser der Probsteier Salzwiesen vor (REESE 1963).

Auch wenn das **Ruppietum cirrhosae** nicht von RAABE 1962 kariert wurde, so sind ältere Vorkommen von *Ruppia cirrhosa* am Bottsand durch Herbarbelege (Univ. KIEL) aus den Jahren um 1805, 1958, 1963 gut belegt (vgl. auch REESE).

Das **Ruppietum cirrhosae** ist an der schleswig-holsteinischen Küste weiter verbreitet als die vorhergehende Gesellschaft (vgl. REESE 1963, HÄRDTLE 1984) und wird von DIERSSEN et al. (1988) als gefährdet (RL 3) eingestuft.

4.2 Röhriche und Großseggenrieder

4.2.1 Klasse: Phragmiti-Magnocaricetea Klika in Klika et Novák 1941 – Röhriche und Großseggenrieder

Röhrichtgesellschaften sind der charakteristische Vegetationstyp im Verlandungs- und Überflutungsbereich eutraphenter Gewässer. Die Gesellschaften werden oft großflächig von polykormonen Pflanzen beherrscht, die einartige Bestände bilden. Die Standorte sind meist gut nährstoffversorgt. Dagegen ist die Sauerstoffversorgung im Wurzelraum der Pflanzen meist ungünstig. Die während der Vegetationsperiode anfallende und die eingetragene Biomasse werden unter Sauerstoffmangel in nassen Böden nur unvollständig abgebaut, so daß eine Biomasseakkumulation stattfindet und sich Sapropele, Anmoor- und Niedermoortorfe bilden können. Die Schilftorfe bestehen aus feinen organischen Mudden, groben Schilfrhizomresten und feinen mineralischen Partikeln, wie sie unter den Salzrasen und Röhrichten auf dem Bottsand angetroffen werden können.

Auf dem Bottsand treten als röhrichtbildende Arten *Bolboschoenus maritimus*, *Phragmites australis* und in geringem Maße auch *Schoenoplectus tabernaemontani* auf; *Phalaris arundinacea* und *Carex riparia* kommen nur vereinzelt als Begleiter im Flutrasen vor und spielen somit keine Rolle. *Bolboschoenus maritimus* ist die Kennart für das auf dem Bottsand verbreitete **Bolboschoenion maritimi** Dahl et Hadac 1941 (Brackwasser-Röhrichte). Alle Vegetationsaufnahmen werden der hier weit gefaßten Gesellschaft **Bolboschoenetum maritimi** Eggler 1933 (= *Scirpetum maritimi*) zugeordnet, die an der Ostseeküste weit verbreitet ist.

HÄRDTLE (1984) gibt ohne Vegetationsaufnahme noch das **Eleocharietum uniglumis** Almquist 1929, das gleichfalls zu den Brackwasserröhrichten gezählt wird, für den Bottsand an. Trotz intensiver Suche konnte die Gesellschaft 1995 nicht mehr angetroffen werden. *Eleocharis uniglumis* kommt mit nur geringen Deckungen im Flutrasen vor (Tab. 7; Nr 36), so daß hier keine eigene Gesellschaft abgetrennt wurde. Auch in den Vegetationsaufnahmen von RAABE aus den Jahren 1951 und 1962 kommt *Eleocharis uniglumis* nur vereinzelt mit geringer Deckung vor.

4.2.1.1 *Bolboschoenetum maritimi* Eggler 1933 – Meersimsen-Röhricht (Tab. 3; Nr. 1–24)

Entlang der Boddenseite des Nehrungshakens bildet das *Bolboschoenetum maritimi* einen fast geschlossenen Gürtel zwischen Salzrasen und Lagune. Es fehlt lediglich an der scharfen

Abbruchkante zwischen Salzrasen und Lagune entlang des Deiches und an den exponierten Spitzen der jüngeren Nehrungshaken. In den geschützten Lagunen zwischen den Nehrungshaken, in den feuchten Dünensenken (abgeschnittene Lagunen) und einigen Salzwiesentümpeln tritt neben *Bolboschoenus maritimus* auch *Phragmites australis* in dichten Beständen auf.

Im Transekt I (5.1) nimmt das Brackwasser-Röhricht den Bereich zwischen Nulllinie und 23 cm über NN, in Transekt II (5.2) zwischen 3 cm unter und 23 cm über NN ein. Der größte Teil dieser Röhriche steht eine längere Zeit im Jahr unter Wasser. Die Röhriche in den Salzrasen und feuchten Dünensenken liegen etwas höher; z.B. das Schilfröhricht in Transekt I (306-321 m) zwischen 22 und 28 cm ü. NN und das *Bolboschoenus*-Röhricht in Transekt II (117-123 m) um 35 cm ü. NN.

Für das Verbreitungsmuster von *Bolboschoenus* und *Phragmites* an der Ostsee werden unterschiedliche Resistenz gegen Wellenschlag und Salztoleranz sowie Erstbesiedlung des Standortes angeführt (vgl. HÄRTLE 1984). Dabei scheint *Phragmites* empfindlicher gegenüber mechanischen Beanspruchungen wie Wellenschlag zu sein als *Bolboschoenus*. Am Bottsand reicht *Phragmites*-dominiertes Röhricht sowohl am sehr geschützten Großen Graben wie auch an vergleichbar offenen Standorten des Boddens – neben *Bolboschoenus*-dominierten Beständen – bis an die offene Wasserkante. Die stärker windexponierte Deichkante und die kleinen Inseln im Bodden sind ausschließlich von *Bolboschoenus* umgeben, so daß an diesen Standorten ein Besiedlungsvorteil für *Bolboschoenus* nachvollziehbar ist.

Zur Salztoleranz von *Phragmites* an der Ostsee haben STEINFÜHRER (1945, 1955) an der Schlei und SCHMEISKY (1974) auf dem Graswarder Untersuchungen durchgeführt. Der Salzgehalt im Wurzelraum der Röhriche unterliegt witterungs- und substratabhängig großen Schwankungen. SCHMEISKY fand im Rhizombereich von *Phragmites* eine Chloridkonzentration von 10,5 %, das entspricht einem Salzgehalt von 19 % und damit einen höheren Salzgehalt als im freien Ostseewasser mit 15 %. Solche Extremwerte legen nahe, daß *Phragmites* schon im Bereich der Kieler Bucht bei sonst günstigen Wachstumsbedingungen im Ostseewasser gedeihen kann und nicht auf Süßwasseraustritte im Uferbereich angewiesen ist. Damit wäre die Verbreitung des Schilfes im Brackwasser der Bottsandlagune und an der Grünen Insel auch ohne Süßwassereinfluß erklärbar.

Im Sukzessionsverlauf erscheint *Bolboschoenus* meist früher als *Phragmites* und kann sich eher am Standort etablieren. Dies ließ sich am Bottsand in den vergangenen drei Jahren in einer neu vom Bodden abgetrennten Lagune ("Quellersenke") beobachten, in der sich von wenigen Polykormonen ausgehend ein 1 m breiter Gürtel von *Bolboschoenus* entwickelt hat. Inzwischen haben sich die ersten *Phragmites*-Polykormone angesiedelt, die bei zunehmendem Aussüßen der nur bei Hochwasser überfluteten Senke bald ein *Phragmites*-Röhricht aufbauen könnten, bei dem *Bolboschoenus* als Begleiter am Rande vorkommt.

Röhriche bilden an der Ostsee in weiten Teilen des Geolitoral die natürliche Vegetation und werden erst bei Beweidung von Salzrasen-Gesellschaften ersetzt. Da früher die meisten Salzrasen der Ostsee als Wiesen und Weiden genutzt wurden, stellen sich die Röhriche erst nach

Nutzungsaufgabe wieder ein. Untersuchungen zu diesem Prozeß konnten mehrfach entlang der Ostseeküste gemacht werden: STEINFÜHRER (1945) für die Schlei; GILLNER (1960) für die schwedische Westküste; RAABE (1965) an der Kieler Förde; FUKAREK (1969) für den Darß; SCHMEISKY (1974) für den Graswarder; HÄRDTLE (1984) am Ramskamp und auf Spizenorth, Orther Reede (Fehmarn).

Auf dem Bottsand ist seit der Vegetationskartierung von RAABE (1962) gleichfalls eine Zunahme der Röhrichte zu verzeichnen, die aber größtenteils nicht auf eine Nutzungsaufgabe zurückzuführen ist. Zum einen breitete sich *Bolboschoenus* entlang der Küstenlinie auf Kosten des *Puccinellietum maritimae* in den alten Salzrasen aus, zum anderen aber wurden vor allem Wattflächen neu besiedelt. So sind die Röhrichte entlang des Großen Grabens und der anschließenden Salzrasen zum Bodden, sowie entlang des Strandwalles von 1951 und aller jüngeren Strandwälle binnen der letzten dreißig Jahren entstanden. Die natürliche Aufsandung der Bottsandlagune (BRAND 1955) und die Aufspülungsarbeiten beim Bau der Marina 1971 mögen die Ausbreitung der Röhrichte in die Wattflächen samt der damit einhergehenden verstärkten Verlandung der Bottsandlagune gefördert haben.

Schoenoplectus tabernaemontani ist diejenige Röhrichtart, die am tiefsten ins Brackwasser vorzudringen vermag und dort größere einartige Bestände aufbauen kann. Am Bottsand ist dieses nur ansatzweise im Endtümpel des Großen Grabens und in wenigen Salzwiesentümpeln zu erkennen und so bei der Kartierung nicht gesondert berücksichtigt worden.

Neben diesen echten Röhrichten können *Bolboschoenus* und *Phragmites* in den höher liegenden Salzrasen erhebliche Deckungen erreichen und als hochwüchsige Arten den Aspekt der Vegetation bestimmen (vgl. 4.4.1.3).

Das *Bolboschoenetum maritimi* (Tab. 2) wurde für den Bottsand nach Dominanzbeständen der prägenden Röhrichtarten *Bolboschoenus* und *Phragmites* kartiert und die *Phragmites*-dominierten Röhrichte als *Bolboschoenetum maritimi phragmitetosum* Soó 1957 (Tab. 3; 1b) ausgewiesen. HÄRDTLE (1984) differenziert dagegen reine *Bolboschoenus*-Röhrichte von denen mit *Phragmites*. Dazu unterscheidet er zusätzlich eine *Schoenoplectus tabernaemontani*-Ausbildung des *Bolboschoenetum*. Eine derartige Trennung kann ebenfalls leicht anhand Tabelle 3 nachvollzogen werden.

In den letzten Jahren hat eine intensive Diskussion um die Stellung der kontinentalen und marin Brackwasser-Röhrichte im pflanzensoziologischen System eingesetzt (vgl. HÄRDTLE 1984, BALÁTOVÁ-TULÁCHOVÁ et al. 1993, DIERSSEN 1996). – In der vorliegenden Arbeit werden die marin und kontinentalen Brackwasser-Röhrichte als Einheit aufgefaßt, da *Bolboschoenus maritimus* hier wie dort großflächige einartige Bestände aufbaut und sich regional vor allem an den Bestandesrändern durch Begleiter aus benachbarten Gesellschaften unterscheidet. Derartige Bestände lassen sich auf Subassoziations- bzw. Assoziationsebene innerhalb des einen Verbandes *Bolboschoenion maritimi* trennen. Das *Bolboschoenetum maritimi* Eggler 1933 wurde aus Österreich beschrieben. Wollte man die Brackwasser-Röhrichte der Nord- und Ostseeküste von den kontinentalen trennen, müßte man sie dem aus den Niederlanden beschriebenen *Schoenoplecti*

triquetri-Bolboschoenetum maritimi Zonnefeld 1960 zuordnen (PREISING et al. 1990, POTT 1995). Die *Phragmites*-dominierten Röhrichte (Tab. 3; 1b) werden auch als **Bolboschoeno-Phragmitetum australis** Borhidi et Balogh 1970 bezeichnet.

4.3 Halophile Pioniergesellschaften

4.3.1 Klasse: Thero-Salicornietea Pignatti 1953 em. R. Tx. in R. Tx. et Oberdorfer 1958 – Quellerfluren

Die Arten der **Thero-Salicornietea** sind in der temperaten Zone verbreitete, einjährige Pionierpflanzen auf salzhaltigen, nassen Böden der Küsten und des Binnenlandes. Die Quellerfluren des Bottsandes sind auf flache Lagunen über NN und die Lagunenränder der jüngsten Nehrungshaken beschränkt und gehen binnen weniger Jahre in ein **Puccinellietum** über. Aus diesem Grund wurden in Tabelle 4 die **Thero-Salicornietea** mit den in der Sukzession folgenden Salzrasengesellschaften aus der Ordnung **Glauco-Puccinellietalia** zusammengefaßt. Die beiden auf dem Bottsand gefundenen Gesellschaften **Salicornietum ramosissimae** CHRISTIANSEN 1955 nom. mut. und **Suaedo-Bassietum hirsutae** Br.-Bl. 1928 lassen sich dem Verband **Salicornion ramosissimae** R. Tx. 1974 zuordnen (PREISING et al. 1990).

4.3.1.1 **Salicornietum ramosissimae** Christiansen 1955 – Gesellschaft des Ästigen Quellers (Tab. 4; Nr. 25–35)

Auf dem Bottsand gab es 1995 zwei nennenswerte Quellerfluren, die mit 11 Vegetationsaufnahmen in Tab. 3 belegt sind. Die sogenannte "Quellersenke" ist eine vom Bodden durch einen niedrigen Sandwall abgeschlossene Lagune, die aber bei Hochwasser überflutet wird. Das Wasser kann nicht abfließen, sondern versickert oder verdunstet allmählich. Im mittleren, tieferen Teil der Senke haben sich mehrere Zentimeter dicke *Vaucheria*-Watten auf *Zostera*- und Algen-Detritus gebildet, die zeitweise nach Überstauung unter anaeroben Verhältnissen in "Purpurbakteriensümpfe" übergehen. Unter solchen Bedingungen sterben die meisten Quellerpflanzen ab. Die weniger schlickigen, mehr sandigen, etwas höher gelegenen Bereiche der Lagune werden von gut ausgebildeten Beständen des Ästigen Quellers (*Salicornia ramosissima*) eingenommen, die zum Rand der Lagune zunehmend von *Puccinellia distans* begleitet werden. Nach Abschluß der Senke vom Bodden hatte sich 1992 eine Meldenflur mit *Atriplex prostrata*, *Chenopodium rubrum* und *Ch. glaucum* eingestellt, die 1993 vom **Salicornietum ramosissimae** abgelöst wurde. Derzeit breiten sich vom Rand der Lagune her *Bolboschoenus maritimus* und *Agrostis stolonifera* aus, die wohl zukünftig das Bild der Senke beherrschen werden.

Die andere Quellerflur liegt in der Lagune zwischen dem bis an die Hafenmole reichenden Nehrungshaken und der ehemaligen Grünen Insel. Ein kleiner Priel entlang der Hafenmole verbindet die Lagune mit dem Bodden, so daß sich hier die Wasserstandsschwankungen der Ostsee unmittelbar auswirken. Nahe der Wasserlinie auf schlickigerem Untergrund ist das **Salicornietum** schon weitgehend vom **Puccinellietum maritimae** abgelöst worden und beschränkt sich auf die sandigeren, oberen Bereiche der Lagune, in denen aber auch schon größtenteils *Puccinellia distans* dominiert. Allerdings wurde die Vegetation der Lagune während

der November-Sturmflut 1995 übersandet, so daß eine erneute Sukzession über ein Quellerstadium möglich wird.

1962 gab es nur zwei kleine Queller-Fluren in der Strandwallniederung zwischen den Strandwällen von 1951 und 1960. Beide Stellen werden heute von Röhrichten eingenommen. An der einen Stelle findet sich noch heute etwas *Salicornia ramosissima* (Tab. 3; Nr. 9).

4.3.1.2. Suaedo-Bassietum hirsutae Br.-Bl. 1928 – Dornmelden-Gesellschaft (Tab. 4; Nr. 36–37)

Bassia hirsuta (Behaarte Dornmelde, Rauhaariger Staudicht) ist die prägende Art dieses Vegetationstyps. Diese Gesellschaft ist eine Besonderheit der derzeitigen Vegetation des Bottsandes und wird in der Roten Liste der Pflanzengesellschaften Schleswig-Holsteins mit 1 (vom Aussterben bedroht) geführt (DIERSSEN et al. 1988). Sie kommt nur an wenigen Stellen in Schleswig-Holstein (Amrum, Föhr, Sylt, Fehmarn) und ferner auf den dänischen Inseln vor. Ihren Verbreitungsschwerpunkt hat sie in Südosteuropa. An der Ostsee besiedelt die Dornmelden-Gesellschaft nährstoffreiche Mudden aus zerriebinem Seegras und Algen, die sich in geschützten, zeitweilig überstaunten Lagunen abgelagert haben. Derartige Lebensräume sind oft nur temporär ausgebildet und werden bald von Röhricht- und Salzrasen-Gesellschaften abgelöst.

Auf dem Bottsand kommt die Gesellschaft in der sogenannten "Quellersenke" im Übergangsbereich vom **Salicornietum ramosissimae** zum anoxischen Purpurbakterienteppich der Senkenmitte vor. Offenbar ist *Bassia hirsuta* besser an die anoxischen Verhältnisse angepaßt als *Salicornia*. Während *Bassia hirsuta* 1994 größere Bereiche zur Lagunenmitte mit Dominanzbeständen bedeckte, war der *Bassia*-Bestand 1995 weitaus kleiner. Die Senke wurde 1995 durch ein vergleichsweise spätes Aprilhochwasser überstaunt. Dort bildete sich ein größerflächiger Algen- und Purpurbakterienteppich, der im sehr heißen Sommer zu einer zähen, filzartigen Schicht austrocknete, in der die jungen *Salicornia*- und *Bassia*-Pflänzchen meist abstarben. Optimal sind **Salicornietum ramosissimae** und **Suaedo-Bassietum hirsutae** in den Spätsommermonaten entwickelt. *Salicornia ramosissima* ist im **Suaedo-Bassietum hirsutae** ein steter Begleiter. Die Pflanzen sind aber oft kümmerlich entwickelt, teilweise nicht verzweigt. Umgekehrt tritt vereinzelt auch *Bassia hirsuta* im **Salicornietum ramosissimae** auf.

Die die Gesellschaft mit kennzeichnende *Suaeda flexilis* kommt derzeit auf dem Bottsand nicht vor. Die letzten Fundortangabe aus dem Raum Bottsand sind von C. T. TIMM "Probsteier Salzwiesen 1881" und von A. CHRISTIANSEN "Stein 1907". Ähnlich weit liegen die letzten Fundortangaben für *Bassia hirsuta* zurück – 1854 von NOLTE bei Laboe und 1913 von A. CHRISTIANSEN zwischen Laboe und Stein (alle Herbar Univ. KIEL).

4.4 Salz-, Kriech- und Kulturrasen, Grünlandgesellschaften

Die geschlossenen Grasfluren frischer bis nasser Standorte der Küste und des Binnenlandes lassen sich verschiedenen Klassen zuordnen. In der Klasse **Juncetea maritimi** (4.4.1) werden die atlantisch-mediterran verbreiteten Salzrasen zusammengefaßt, in der Klasse der **Molinio-Arrhenatheretea** die Gesellschaften des Wirtschaftsgrünlandes, der Kriech-, Flut- und Kulturrasen. Die systematische Gliederung der **Molinio-Arrhenatheretea** folgt ELLMAUER & MUCINA (1993). Demnach können die auf dem Bottsand vorkommenden Flut- und Kriechrasen in die Ordnung **Potentillo-Polygonetalia** (4.4.2) gestellt und der Weidelgras-Breitwegerich-Trittrasen (**Lolietum perennis**) den Frischwiesen und -weiden der Ordnung **Arrhenatheretalia** (4.4.3) zugeordnet werden.

4.4.1 Klasse: Juncetea maritimi Br.-Bl. 1931 – Salzrasen-Gesellschaften

An den Küsten der Nord- und Ostsee finden sich Salzrasen oberhalb des mittleren Tidehochwassers. Sie bilden eine geschlossene Vegetationsdecke aus Pflanzen, die durch unterschiedliche physiologische Anpassungen mit höheren Salzkonzentrationen im Boden und zeitweiliger Überflutung mit Salzwasser zureckkommen. Diese Pflanzen gedeihen auch ohne Salzeinfluß, zum Teil sogar besser, doch sind sie an solchen Standorten glykophytischen Arten konkurrenzunterlegen und verschwinden bei zunehmender Aussüßung. Der Übergang von salzbbeeinflußten zu süßwasserbeeinflußten Standorten kann anhand der Vegetation sowohl zeitlich als auch räumlich getrennt nachvollzogen werden. Zeitlich lässt sich dieser Prozeß in der Sukzessionsabfolge eingedeichter Meeresbuchten (Köge der Nordsee, "Probsteier Salzwiesen"/Ostsee) verfolgen, wenn aus den Böden die Salze ausgewaschen werden und die Salzrasen in glykophytische Grünlandgesellschaften übergehen. Räumlich kann er entlang der Ostseeküste mit abnehmendem Salzgehalt vom Skagerrak (Salzgehalt 35 %) zum Bottnischen Meerbusen (6 %) und im Brackwasserbereich der Flußmündungen ins Meer beobachtet werden. Kleinräumig ist der Gradient von meerwasserbeeinflußten Salzrasen zur süßwasserbeeinflußten Landregion mit zunehmender Höhe über NN und abnehmender Überflutungshäufigkeit überall an der Küste anzutreffen.

Die Salzrasen lassen sich nach der Überflutungshäufigkeit gliedern in eine untere *Puccinellia*-Zone im regelmäßig überfluteten Tidebereich ü. NN und eine obere *Festuca rubra*-Zone, die unregelmäßig bei Sturmfluten unter Salzwassereinfluß gerät. Diesem oberen Salzrasen schließt sich ein Flutrasen mit glykophytischen, noch salztoleranten Arten, wie *Potentilla anserina*, *Poa humilis*, *Elymus repens*, *Trifolium repens*, *Trifolium fragiferum* und *Leontodon autumnalis* an, der nur selten überflutet wird und danach rasch wieder aussüßt. Die Zonierung der Küstenvegetation auf grundwassernahen Marschböden von der Quellerzone über die Salzrasenzonen bis hin zum Flutrasen wird als Haloserie bezeichnet und der Xoserie (4.6 Dünen- und Sandtrockenrasen) gegenübergestellt.

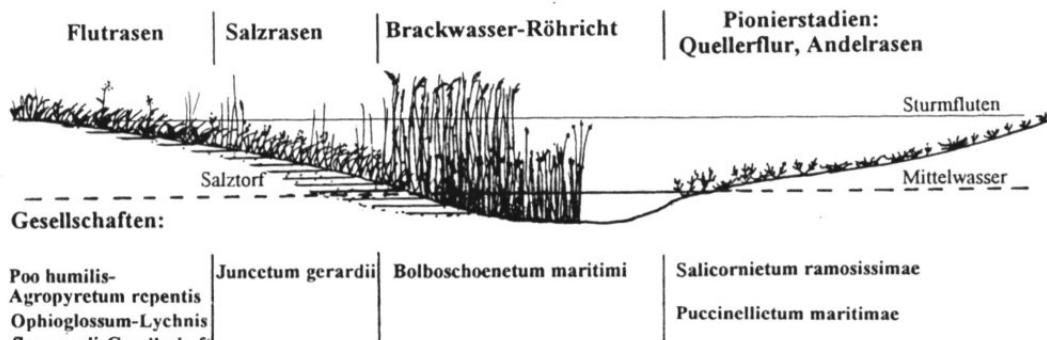


Abb. 8: Haloserie: Entwicklung und Zonierung der Pflanzengesellschaften der Salzrasen und Röhrichte auf dem Bottsand (schematisch).

An der inneren Ostsee als fast tidefreiem Meer sind die Salzrasen kleinflächiger ausgebildet als an der Nordsee, meist nur als schmaler Saum. Galten die Salzrasen der Ostsee noch zu Beginn unseres Jahrhunderts als natürliche Dauerwiesen (PREUSS 1912), so haben zahlreiche Untersuchungen (4.2.1.1) zeigen können, daß die potentielle natürliche Vegetation an der Ostseeküste größtenteils von Brackwasser-Röhrichten aufgebaut wird. Salzrasen als natürliche Dauergesellschaften treten im Blockstrandbereich vor Steilküsten wie auf Nordrügen auf (JESCHKE 1991) oder aber als kurzlebige Sukzessionsstadien im Bereich junger Landbildungen, wie es beispielsweise für die künstlich geschaffene Insel Bock bei Stralsund (VODERBERG & FRÖDE 1959) dokumentiert wurde. Die Salzrasen konnten durch die jahrhundertealte Nutzung als Wiesen und Weiden großflächig die Brackwasser-Röhrichte verdrängen. Da heute manche Salzrasen nicht mehr genutzt werden, wandern hier wieder Röhrichtarten ein. Klimatisch und durch den Salzgehalt im Boden bedingt sind die Salzrasen der gemäßigten Zone natürlicherweise baumfrei.

Die Salzrasengesellschaften werden hier R. TÜXEN (1955), ADAM (1977), DIERSSEN et al. (1988) und DIERSSEN (1996) folgend in der Klasse **Juncetea maritimi** Br.-Bl. 1931 zusammengefaßt. Diese umfaßt die von vielen Autoren (WILMANNS 1993, OBERDORFER 1990, POTT 1995) getrennten Klassen **Asteretea tripolium** Westhoff et Beaufink ap. Beaufink 1965 und **Juncetea maritimi** (s. str.), deren floristische Trennung umstritten ist. BEEFTINK (1965) gibt keine sicheren Kenntaxa für eine circum-mediterran verbreitete Klasse **Juncetea maritimi** und eine atlantisch-baltisch verbreitete Klasse **Asteretea tripolium** an, führt aber für erstere *Juncus maritimus*, *Juncus anceps*, *Sonchus maritimus*, *Tetragonalobus maritimus* und *Carex extensa* an, die – außer *Sonchus* – alle in Norddeutschland vorkommen. Für die **Asteretea** werden *Aster tripolium*, *Plantago maritima* und *Triglochin maritimum* angegeben. OBERDORFER (1990) und POTT (1995) stellen beispielsweise die von *Juncus maritimus* dominierte Gesellschaft **Oenanthe-Juncetum maritimi** zu den **Asteretea**, obwohl *Juncus maritimus* Kennart der **Juncetea maritimi** ist. Nach OBERDORFER ist *Juncus maritimus* gleichzeitig Kennart der **Asteretea**. Die europäische Verbreitung unserer Salzrasenarten wird in SCHAMINÉE et al. (1992) dokumentiert.

Die Pflanzengesellschaften der Salzrasen auf dem Bottsand lassen sich wie folgt gliedern:

Ordnung: **Glauco-Puccinellietalia** Beeftink et Westhoff 1962

Verband: **Puccinellion maritimae** Christiansen 1927

Puccinellietum maritimae Christiansen 1927

Spergulario-Puccinellietum distantis Fekkes (1934) 1943

Verband: **Armerion maritimae** Br.-Bl. et De Leeuw 1936

Juncetum gerardii Nordhagen 1923

Festuca rubra-Salzrasengesellschaft

Oenanthe-Juncetum maritimi (R. Tx. 1937) Fröde 1958

Ordnung: **Saginetalia maritimae** Westhoff, van Leeuwen et Adriani 1962

Verband: **Saginion maritimae** Westhoff, van Leeuwen et Adriani 1962

Sagino-Cochlearietum danicae R. Tx. et Gillner 1957

Centaurio littoralis-Saginetum nodosae Diemont, Sissingh et Westhoff 1940

4.4.1.1 **Puccinellietum maritimae** Christiansen 1927 – **Andelrasen** (Tab. 4; Nr. 1–18)

Das **Puccinellietum maritimae** schließt an der Nordsee oberhalb des mittleren Tidehochwassers an die Quellerzone an und bildet bis zur Springtidenhochwasserlinie eine ausgeprägte *Puccinellia*-Zone. An der tidenfreien Ostsee fällt das **Puccinellietum** in etwa mit der Nulllinie zusammen (GILLNER 1960) und bildet höchstens einen schmalen Saum an Lagunenrändern. Nur auf beweideten Salzrasen und vorübergehend in der Pionierphase der Besiedlung von Lagunen und bei Erosion entstandener Schlammflächen vermag *Puccinellia maritima* größere Flächen einzunehmen.

Kennzeichnende Arten der Gesellschaft auf dem Bottsand sind die Flügelsamige Schuppenmiere (*Spergularia maritima*) und der Andel (*Puccinellia maritima*), die mit hoher Stetigkeit von den Salzrasenarten *Glaux maritima*, *Plantago maritima*, *Triglochin maritimum*, *Aster tripolium*, *Juncus gerardii* und *Carex extensa* begleitet werden, daneben auch von *Bolboschoenus maritimus*, *Agrostis stolonifera* und *Atriplex prostrata*.

Etwas größerflächig tritt das **Puccinellietum maritimae** in der Lagune bei der Grünen Insel auf. Hier kann derzeit der Übergang vom Sukzessionsstadium des **Salicornietum ramosissimae** ins **Puccinellietum maritimae** beobachtet werden (4.3.1). Wie zuvor schon *Salicornia*, nimmt *Puccinellia maritima* die gesamte später vom **Juncetum gerardii** bzw. **Bolboschoenetum maritimi** besiedelbare Fläche ein, wobei *Puccinellia distans* auf den höher gelegenen, sandig-kiegenden Flächen deutlich überwiegt. Wird das **Puccinellietum maritimae** vom **Bolboschoenetum** abgelöst, kann sich *Puccinellia* noch eine geraume Zeit im Unterwuchs halten. Auch am Werfstrand kommt das **Puccinellietum maritimae** vor. Dort bildet *Puccinellia maritima* mit *Plantago maritima* in einigen deichnahen flachen Senken einen dichten Rasen.

Kurz nach der Einzäunung des NSG Bottsandes 1961 konnten RAABE (1962) und BILIO (1962) entlang des Großen Grabens und der Salzwiesentümpel dichte Andelrasen feststellen, die heute verschwunden sind. Fotografien in SICK (1933: Abb. 4) und BILIO (1962: Abb. 15; 20; 21) von den Salzrasen am Großen Graben dokumentieren, wie großflächig die *Puccinellia*-Rasen vor

1961 in Folge der Beweidung ausgebildet waren. BILIO konnte 1958 am Großen Graben noch einen unteren Andelrasen im Nivaubereich von 8–24 cm über MW (MW = nach BILIO 6 cm unter NN) von einer oberen Andelzone bis 36 cm ü. MW unterscheiden. Die heutigen Andelrasen im Bereich des älteren Bottsandes sind extrem kleinfächig ausgebildet und an durch Wellenschlag erodierten Stellen der Lagune, bzw. einer von Enten beweideten Zone gebunden.

4.4.1.2 **Spergulario-Puccinellietum** Feekes (1934) 1943 – **Salz-Schuppenmieren-Salzschwaden-Rasen** (Tab. 4; Nr. 19–24)

Im Gegensatz zum **Puccinellietum maritimae** ist die Gesellschaft durch die einjährige Arten *Puccinellia distans* und *Spergularia salina* charakterisiert, die auf dem Bottsand von den ebenfalls einjährigen *Salicornia ramosissima*, *Chenopodium glaucum*, *Atriplex prostrata* und *Sagina maritima* begleitet werden. Die meist konkurrenzschwachen Arten der Gesellschaft sind an der Küste auf Stellen mit mechanischen Störungen wie Vertritt oder Erosion beschränkt und kommen sonst, neben natürlichen Salzstandorten im Binnenland, zunehmend an anthropogen versalzten Ersatzstandorten vor, etwa entlang der Autobahnen.

Die Gesellschaft ist nur kleinfächig auf dem Bottsand vertreten. In der Lagune bei der Grünen Insel geht das **Puccinellietum maritimae** an den wechselfeuchten, sandig-kiesigen Stellen ins **Spergulario-Puccinellietum** über, das hier am Fuße des Strandwalles einen schmalen Streifen unterhalb der höher gelegenen **Honckenya**-Gesellschaft der trockenen Strandwälle einnimmt. In den älteren Teilen des Bottsandes beschränkt sich das Vorkommen auf kleinfächige, wechseltrockene Störstellen am Fuß kiesiger Strandwälle (vgl. **Saginetalia maritimae** 4.3.2.5) und feuchte, offene Stellen in Fahrspuren und auf Wegen.

4.4.1.3 **Juncetum gerardii** Nordhagen 1923 – **Salz-Binsen-Rasen** (Tab. 5; Nr. 3–40)

Das **Juncetum gerardii** ist die am weitesten verbreitete Salzrasengesellschaft an der westlichen Ostsee und bildet hier den als "Ostseesalzwiesen" bekannten Vegetationstyp. Die Gesellschaft gedeiht auf den jährlich aperiodisch überfluteten oberen Salzrasen (*Juncus gerardii*-Zone) oberhalb des **Puccinellietum maritimae** bzw. **Bolboschoenetum maritimae** und wird durch *Juncus gerardii*, *Carex extensa*, *Triglochin maritimum*, *Plantago maritima*, *Aster tripolium*, *Festuca rubra* und *Agrostis stolonifera* gekennzeichnet. *Armeria maritima*, die auf den beweideten Vorlandsalzrasen der Nordseeküste hohe Stetigkeiten erreicht, kommt nur sehr vereinzelt auf den von Kaninchen stärker beweideten oberen Salzrasen vor.

Auf dem Bottsand nimmt heute das **Juncetum gerardii** etwa einen Höhenbereich von 10–50 cm über NN ein und geht oberhalb zunehmend in einen glykophytenreichen Flutrasen oder auf kiesigen Böden ins trockenere **Saginetum maritimae** am Fuß der Strandwälle über. Anders als an der Wattenküste der Nordsee führen die älteren Salzrasen der Ostsee auf teilweise mehrere Dezimeter mächtigen Salztorfen. In der Klassifizierung europäischer Salzmarschen nach DIJKEMA (1987) gehören sie zu den "peat type salt marshes". Salzrasentorfe werden neben der westlichen Ostsee von DIJKEMA nur noch aus Irland angegeben.

Salzrasen, in denen Salzrasentorfbildung stattfindet, werden als Küstenüberflutungs Moore bezeichnet (JESCHKE 1983, SUCCOW 1988). Der organische Anteil der Torfe besteht vor allem

aus der Wurzelmasse der Salzrasenpflanzen. Nach JESCHKE (1983, 1991) und SUCCOW (1988) soll eine Beweidung Voraussetzung für die Salztorfbildung sein. Auf dem Bottsand ließ sich jedoch auch auf nachweislich seit 1961 nicht mehr von Rindern oder anderem Großvieh beweideten Salzrasen Torfbildung feststellen (Transek II, 129 m). Daher kann die These der beweidungsbedingten Torfbildung für den Bottsand nicht übernommen werden. Andererseits hat die Beweidung zur Ausbreitung der Salzrasen beigetragen und so auch auf Flächen Salzrasentorfbildung ermöglicht, die sonst von Brackwasserröhrichte bestanden wären. Die Beweidung muß also als sekundärer Faktor für die Salztorfbildung angesehen werden.

Die Salz-Binsen-Rasen der Ostsee werden von alters her landwirtschaftlich, überwiegend als Rinderweiden, genutzt und gelten daher als Ersatzgesellschaft für Brackwasserröhrichte (4.2.1.1). Auf dem Bottsand gibt es jedoch auch großflächig entwickelt ältere, unbeweidete Bereiche von *Festuca rubra*-dominierten Salzrasen ohne Anzeichen einer Verschilfung.

Das **Juncetum gerardii** auf dem Bottsand erstreckt sich entlang der Boddenseite zwischen **Bolboschoenetum** und den strandwallnahen Flutrasen. Nur am Deichfuß reicht das **Juncetum gerardii** direkt bis an die Bottsand-Lagune. Nachdem die Salzrasen nach der Einzäunung des Naturschutzgebietes 1961 nicht mehr als Weide genutzt wurden, konnten sich die Salz-Binsen-Rasen auf ehemals vom **Puccinellietum maritimae** eingenommenen Flächen ausbreiten. Stellenweise ist jedoch auch *Phragmites australis* in alte Bestände des **Juncetum gerardii** vorgedrungen, so daß sich die Gesellschaft flächenmäßig nur geringfügig ausgedehnt hat.

Das **Juncetum gerardii** läßt sich auf dem Bottsand in ein **Juncetum gerardii typicum** (Tab. 5; Nr. 18–40) und ein **Juncetum gerardii caricetosum extensae** (Tab. 5; Nr. 3–17) gliedern. Letzteres wurde auch als eigene Assoziation **Junco-Caricetum extensae** Br.-Bl. et De Leeuw 1936 beschrieben. Da sich diese Gesellschaft an der Ostsee aber nur durch das Vorhandensein der vielerorts seltenen *Carex extensa* vom **Juncetum gerardii typicum** unterscheidet (FUKAREK 1961), wird sie hier als dessen Subassoziation geführt, die in der Vegetationskarte aber gesondert dargestellt ist. Wie dadurch auch auf der Vegetationskarte ersichtlich wird, wächst *Carex extensa* vornehmlich in den höher gelegenen Salzrasen am Fuße der Strandwälle. An diesen etwas trockeneren, sandigeren und seltener überfluteten Standorten treten *Centaurium littorale*, *Plantago coronopus*, *Sagina maritima*, *Centaurium pulchellum* und *Eurhynchium praelongum* als Begleiter auf, die dem **Juncetum gerardii typicum** fehlen. WESTHOFF (1987) gibt für seine Vegetationsaufnahmen des **Junco-Caricetum extensae** von den westfriesischen Inseln *Centaurium pulchellum* als Kennart dieser Assoziation an. Sie hat auch auf dem Bottsand ihren Schwerpunkt in dieser Gesellschaft. Besonders in den etwas stärker wellenexponierten Salzrasen am Werftstrand kommt *Carex extensa* auch an der unteren Vegetationsgrenze des **Juncetum gerardii** vor, was eine Abgrenzung zweier Assoziationen floristisch und ökologisch erschwert (vgl. ADAM 1977).

Die Seltenheit von *Carex extensa* in den meisten Salzrasen wird auf eine Empfindlichkeit gegenüber Beweidung zurückgeführt. Das **Juncus gerardii caricetosum extensae** ist in Schleswig-Holstein selten und vom Aussterben bedroht (RL 1). DIERSSEN et al. (1988: Abb. 15)

geben weitere Fundorte der Gesellschaft noch von der Schlei, Fehmarn, Amrum, Sylt und Trischen an.

4.4.1.4 *Festuca rubra*-Salzrasengesellschaft – Rotschwingel-Salzrasen (Tab. 5; Nr. 1–2)

Als stark artenverarzte Dominanzgesellschaft der Salzrasen wird die *Festuca rubra*-Salzrasengesellschaft (Tab. 5; Nr. 1–2) neben das *Juncetum gerardii* gestellt und als gemeinsame Kartiereinheit aufgefaßt. In den Bottsand-Salzrasen kommen neben *Festuca rubra* ssp. *litoralis* auch *Festuca rubra* ssp. *rubra* vor, die bei der Kartierung nicht getrennt wurden.

Die Artendominanzverhältnisse zwischen *Festuca rubra* und *Juncus gerardii* in den Salzrasen der Ostsee wurde in Dauerquadratuntersuchungen bei Beweidungsausschluß auf sonst beweideten Flächen von CHRISTIANSEN (1937) auf der Lotseninsel/Schleimünde und von SCHMEISKY (1974) auf dem Graswarder untersucht. Demzufolge findet ohne Beweidung eine Dominanzverschiebung von *Juncus gerardii* zu *Festuca rubra* statt, bei der *Juncus gerardii* völlig verschwinden kann. Auf unbeweideten höher gelegenen Salzrasen bildet *Festuca rubra* oft eine filzige, undurchdringliche Streu, in der andere Arten kaum gedeihen, so daß sich schließlich *Festuca rubra*-Dominanzbestände entwickeln. Der Einfluß der Beweidung auf die Vegetation der oberen Salzrasen wird unter 6.2 ausführlicher diskutiert.

Festuca rubra ist eine vielgestaltige Artengruppe, aus der in den Salzrasen die Unterart *litoralis* (Salz-Rot-Schwingel) verbreitet ist. Andere Autoren fassen die Unterarten auch nur als Formae auf. RHEBERGEN & NELISSEN (1985) stellten bei Untersuchungen zur Salztoleranz zwischen Individuen von *Festuca rubra* ssp. *rubra* und ssp. *litoralis* fließende Übergänge in der Salzempfindlichkeit und einen Genfluß zwischen den Populationen fest. Sie konnten daher keine Unterarten oder Ökotypen von *Festuca rubra* gegeneinander abgrenzen.

4.4.1.5 *Oenanthe-Juncetum maritimi* Fröde 1958 – Strand-Binsen-Ried (Tab. 5; Nr. 41)

Juncus maritimus ist eine hochwüchsige Binse, die über Polykormone dichte Binsenriede aufbauen kann. Da die Blätter extrem stechen, werden die Binsenbestände von Weidevieh gemieden und bauen oft große einartige Bestände auf. Im Schutze der Binsen können sich störungsempfindlichere Arten wie *Oenanthe lachenalii* und *Apium graveolens* ansiedeln.

Auf dem Bottsand ist die Gesellschaft nur an einer Stelle anzutreffen, an der *Juncus maritimus* (Strand-Binse) einen dichten Bestand bildet. Er befindet sich in der Übergangszone vom oberen Salzrasen zum Flutrasen und wurde dort bereits von RAABE (1962) und HÄRTLE (1984) kartiert. Der Bestand vergrößerte sich von einem Durchmesser von 5,6 m im Jahre 1967 auf heute 7 m. Andere Standorte von *Juncus maritimus* am Großen Graben sind indes wahrscheinlich erloschen.

Die von HÄRTLE in *Juncus maritimus*-Beständen am Graswarder und auf der Geltinger Birk gefundenen charakteristischen Arten der Gesellschaft *Oenanthe lachenalii* (Salz-Fenchel) und *Apium graveolens* (Sellerie) fehlen auf dem Bottsand. Weitere Fundorte von *Juncus maritimus* an der schleswig-holsteinischen Ostseeküste werden in RAABE (1987) lediglich von der Schlei und Fehmarn angegeben, so daß dieser Vegetationstyp von DIERSSEN et al. (1988) als vom Aussterben bedroht angesehen wird.

4.4.1.6 Sagino maritimae-Cochlearietum danicae R. Tx. et Gillner 1957 – Strand-Mastkraut-Löffelkraut-Rasen (Tab. 6; Nr. 1–14)

Diese Gesellschaft wird vornehmlich durch winterannuelle Arten charakterisiert wie *Sagina maritima* (Strand-Mastkraut), *Cochlearia danica* (Dänisches Löffelkraut), *Parapholis strigosa* (Dünnschwanz), *Bupleurum tenuissimum* (Salz-Hasenohr) und die niedrigwüchsigen Rosettenpflanzen *Plantago coronopus* (Krähenfuß-Wegerich), *Sagina nodosa* (Knotiges Mastkraut) und *Armeria maritima* ssp. *maritima* (Strand-Grasnelke) sowie die salztoleranten Moose *Desmatodon heimii*, *Bryum salinum* und *Tortella flavovirens*.

Im NSG Bottsand findet sich die Gesellschaft als schmaler Saum am Fuß kiesiger Strandwälle, die manchmal von einer dünnen Humusschicht bedeckt sein können, bei Hochwasser noch unter Salzwassereinfluß gelangen und im Sommer völlig austrocknen sowie an Wühl- und Grabestellen von Kaninchen und an Ameisenhügeln im oberen Salzrasen. Die Standorte sind wechselhalin und wechselfeucht bis -trocken. Durch Kaninchenbeweidung wird die Vegetation kurz gehalten und bietet so den konkurrenzschwachen, niedrigwüchsigen Arten Entfaltungsmöglichkeiten. Die optimale Entwicklungsphase ist der Frühsommer, so daß die Pflanzen bei austrocknendem Boden im Hochsommer ihren Entwicklungszyklus abgeschlossen haben.

Die für die Gesellschaft namensgebende *Cochlearia danica*, wie auch *Parapholis strigosa*, fehlten 1995 auf dem Bottsand. Beide Arten wurden von RAABE (1962) gefunden, *Cochlearia danica* auch 1983 von HÄRTLE (1984). *Cochlearia danica* wurde zwar 1996 auf einer Störfläche vor der Vogelwärterhütte wiedergefunden, fehlt jedoch in der Gesellschaft. Neben den Salzrasenarten *Plantago maritima* und *Glaux maritima* sind *Agrostis stolonifera*, *Festuca rubra*, *Eurhynchium praelongum* und *Cladonia rangiformis* stete Begleiter. Das vom Aussterben bedrohte *Bupleurum tenuissimum* kommt nur noch außerhalb des NSG an vertretenen und erodierten Stellen am Deichfuß vor, wo gewissermaßen anthropogene Ersatzstandorte für das *Sagino maritimae-Cochlearietum danicae* entstanden sind. 1962 wurde die Gesellschaft nicht gesondert kartiert.

Die Gesellschaft bildet den oberen Abschluß der Salzrasenvegetation und leitet zu den Sandtrockenrasen der Küste über. Aufgrund dieser Sonderstellung wird die Gesellschaft von einigen Autoren in eine eigene Klasse **Saginetea maritimae** Westhoff, van Leeuwen et Adriani 1962 (Strand-Mastkraut-Fluren) gestellt (TUXEN & WESTHOFF 1963, WILMANNS 1993, OBERDORFER 1990). Hier wird jedoch, wie bei TUXEN et al. (1957), GILLNER (1960) und DIERSSEN (1996) die Gesellschaft bei den Salzrasen belassen.

Nach DIERSSEN et al. (1988) ist die Gesellschaft als gefährdet (RL 3) einzustufen.

4.4.1.7 Centaurio-Saginetum nodosae Diemont, Sissingh et Westhoff 1940 – Strand-Tausendgüldenkraut-Gesellschaft (Tab. 6; Nr 15–21)

Während die vorhergehende Gesellschaft eher konvexe Geländeformen am oberen Rand der Salzrasen besiedelt, trifft man das **Centaurio-Saginetum nodosae** in wechselfeuchten, wechselhalinen konkaven Geländeformen an (POTT 1995), etwa in feuchten, staunassen Mulden zwischen Strandwällen. Die Vegetation ist bei starker mechanischer Beanspruchung durch

Kaninchenfraß kurz, so daß *Sagina nodosa* und *Sagina procumbens* neben *Agrostis stolonifera*, *Festuca rubra* und *Eurhynchium praelongum* an Deckung gewinnen. Charakteristisch für die Gesellschaft ist der violette Blühaspekt des Strand-Tausendgüldenkrautes (*Centaurium littorale*) im Sommer.

RAABE hat in der Vegetationskarte von 1962 einen *Festuca rubra*-Salzrasen mit *Ophioglossum vulgatum* und *Sagina nodosa* ausgewiesen, der entsprechend dem **Centauro-Saginetum nodosae** als schmaler Saum zwischen Salzrasen und Trockenrasen der Strandwälle von etwa 1870 ausgebildet ist. Heute kommt die Gesellschaft bis zum Strandwallhaken von 1960 vor.

Das **Centauro-Saginetum nodosae** wird von POTT (1995) zum **Saginion maritimae** gestellt, was anhand der floristischen Überschneidungen mit der vorigen Gesellschaft für den Bottsand nachvollziehbar ist. Als Trennart fungiert hier *Sagina nodosa*, da *Cochlearia danica* ausfällt. Andere Autoren beziehen diese Gesellschaft in ein **Gentianello uliginosi-Centaurietum littoralis** Br.-Bl. et De Leeuw 1936 aus der Klasse **Isoeto-Nanojuncetea** Br.-Bl. et R. Tx. 1943 ein (DIERSSEN et al. 1988, PREISING et al. 1992, OBERDORFER 1990), das aus wechselfeuchten, kalkhaltigen Dünentälern beschrieben wurde. Zu diesem hat das **Centauro-Saginetum nodosae** des Bottsands keinen Bezug, da eine Reihe typischer Arten wie *Gentianella amarella*, *Juncus anceps*, *Epipactis palustris*, *Parnassia palustris* und *Carex flacca* auf dem Bottsand fehlen.

4.4.2 Klasse: Molinio-Arrhenatheretea R. Tx. 1937 em. R. Tx. 1970; Ordnung: Potentillo-Polygonetalia R. Tx. 1947 – Flut- und Kriechrasen

Kriech- und Flutrasen sind ausdauernde, meist dichtgeschlossene Rasengesellschaften im Überflutungsbereich von Gewässern sowie bei Staunässe in feuchten Senken. Die auf dem Bottsand vorkommenden Gesellschaften der Ordnung können dem weitgefaßten Verband **Agropyro-Rumicion crispis** Nordhagen 1940 em. R. Tx. 1950 zugeordnet werden. Der Verband wurde ursprünglich für nitrophile skandinavische Küstenflutrasen mit *Elymus repens*, *Rumex crispus*, *Potentilla anserina* und *Leymus arenarius* beschrieben und von TÜXEN (1950) um Flutrasen des Binnenlandes erweitert (vgl. POTT 1995). Die nomenklatorische Zuordnung, Einteilung und Benennung der Flutrasen ist derzeit nicht einheitlich. In der vorliegenden Bearbeitung werden für den Bottsand als charakteristische Flutrasenarten *Potentilla anserina*, *Alopecurus geniculatus*, *Rumex crispus*, *Festuca arundinacea*, *Carex otrubae*, *Poa humilis* (trans.), *Trifolium repens* (trans.) und *Agrostis stolonifera* (trans.) betrachtet und mit den nitrophytischen, dominant in den Flutrasen auftretenden Arten *Elymus repens* (trans.), *Elymus x acutus* (trans.) und *Cirsium arvense* (trans.) als Kenn- und Trennarten zum **Agropyro-Rumicion** gestellt. Diese Arten sind, mit Ausnahme von *E. x acutus*, sowohl in den nitrophen Queckenrasen der Meeresküsten als auch des Binnenlandes in hohen Deckungen vertreten. Die *Elymus*-Arten, *Potentilla anserina*, *Agrostis stolonifera* und *Festuca rubra*, die zusammen in der Regel die Gesamtdeckung in Flutrasen dominieren, weisen eine gewisse Salztoleranz auf.

Da die Flutrasenarten an der Küste und im Binnenland weit verbreitet sind, sollte keine eigene soziologische Klasse für nitrophytische Küstenflutrasen etabliert werden. Die Pflanzengesellschaften der Küstenflutrasen können aufgrund ihres Arteninventars der Ordnung **Potentillo-**

Polygonetalia aus der Klasse **Molinio-Arrhenatheretea** zugeordnet werden. Die von TÜXEN (1966) etablierte Klasse **Honckenyo-Elymetea** sollte nicht den Verband **Agropyro-Rumicion** mit den Verbandskennarten *Elymus repens*, *Potentilla anserina*, *Rumex crispus* u. a. einschließen.

Für den Bottsand werden die Flutrasen innerhalb der Klasse **Molinio-Arrheantheretea** und der Ordnung **Potentillo anserinae-Polygonetalia** folgendermaßen gegliedert:

Verband: **Agropyro-Rumicion crispis** Nordhagen 1940 em. R. Tx. 1950

Elymus x acutus-Gesellschaft

Elymus repens-Gesellschaft

Poo humilis-Elymetum *repentis* R. Tx. 1957

Ophioglossum vulgatum-*Lychnis flos-cuculi*-Gesellschaft

Potentillo-Festucetum arundinaceae (R. Tx. 1937) Nordhagen 1940

Ranunculo repentis-*Alopecuretum geniculati* R. Tx. 1937

Agrostis stolonifera-Flutrasengesellschaft

Juncus articulatus-Trittrasen-Gesellschaft

4.4.2.1 *Elymus x acutus*-Gesellschaft – Gesellschaft der Spitz-Quecke (Tab. 12; Nr. 31–42)

Elymus x acutus ist ein Bastard zwischen *Elymus farctus* (Strand-Quecke) und *Elymus repens* (Gemeine Quecke) und verbindet ökologische Eigenschaften beider Eltern. Sie tritt als Pionierart auf Strandwällen, unter den Primärdünen-Bildnern, in Spüsäumen und in nitrophytischen Küstenflutrasen auf.

Die in den Vegetationsaufnahmen dokumentierten Bestände finden sich teils in der Flutrasen-Zone zwischen Salz- und Trockenrasen, teils auf alten Spüsäumen. Die Bestände gehen örtlich in benachbarte *Elymus repens*-Bestände und das **Potentillo-Festucetum arundinaceae** über. Die Aufnahmen Tab. 12 Nr. 31–36 liegen in wechselfeuchten Senken zwischen alternden Strandwällen als Folgegesellschaft ehemaliger Spüsäume; die Aufnahmen Tab. 12 Nr. 37–42 sind Bestände zwischen Brackwasserröhricht und oberem Salzrasen.

Über die Verbreitung von Spitzquecken-Beständen an der Ostsee ist wenig bekannt. Die von OLSSON (1974) aus Südschweden beschriebene Assoziation **Honckenyo-Agropyretum x acuti** ist den Beständen des Bottsandes ähnlich, aber reicher an *Leymus arenarius* und *Honckenya peploides*. RUNGE (1989) hat auf Juist und Baltrum Dauerquadratuntersuchungen in einer *Elymus x acutus*-Gesellschaft gemacht, die jener des Bottsandes vergleichbar ist. Er konnte erhebliche Schwankungen in der Dominanz zwischen *Festuca rubra* und *Elymus x acutus* feststellen. Bei schwacher Übersandung und Zufuhr von Spülsummaterial breitete sich *Elymus x acutus* auf Kosten von *Festuca rubra* aus, andernfalls wurde *Festuca rubra* dominant. Diese Beobachtung bietet eine Erklärung dafür, warum *Elymus x acutus*-Bestände auf die jungen Strandwallbereiche des Bottsandes beschränkt sind und auf nährstoffärmeren älteren, nicht mehr übersandeten Strandwällen fehlen. *Elymus x acutus* ist eine charakteristische Art mehrjähriger Spülsumgesellschaften und bis an die französische Atlantikküste verbreitet.

Auf dem Bottsand kommt *Elymus x acutus* verbreitet, aber mit geringer Deckung und Vitalität in den jungen Trockenrasengesellschaften der Kiesstrandwälle vor. Daher wurden die Vegetationstypen, in denen *Elymus x acutus* verbreitet ist, gesondert in Tabelle 12 zusammengefaßt.

4.4.2.2 *Elymus repens*-Gesellschaft – Gesellschaft der Gemeinen Quecke (Tab. 7 Nr. 49–62)

Auf dem Bottsand sind *Elymus repens*-Bestände auf den deichnahen Bereich am NSG-Zaun, der Grünen Insel an der Hafenmole und auf den Werftstrand beschränkt. *Elymus repens* (Syn. *Agropyron repens*) ist eine nitrophytische, schwach salztolerante, aber beweidungsempfindliche Art. Entlang der Ostseeküste kommt sie in den Flutrasen und oberen Salzrasen vor, darüber hinaus besonders an nährstoffreichen, ruderalen Standorten. An der Küste ist sie charakteristisch für winterliche Spülwälder der Flutrasenzone und wurde deshalb von NORDHAGEN (1940) zur namensgebenden Verbandskennart seines **Agopyro-Rumicion** ernannt. Die Art profitiert von der Aufgabe der Beweidung vieler Salzrasen.

Auf dem Bottsand konnte eine großflächige Ausbreitung von *Elymus repens* in die oberen Salzrasen bisher nicht beobachtet werden, was an der Torfgründigkeit der Bottsand-Salzrasen liegen mag. Entlang des NSG-Zauns am Deichfuß verfährt sich während winterlicher Sturmfluten reichlich organisches Material, das den Nährboden für *Elymus repens* und die häufigsten begleitenden Arten *Rumex crispus*, *Cirsium arvense*, *Atriplex prostrata*, *Potentilla anserina*, *Agrostis stolonifera* und *Sonchus arvensis* bildet.

RAABE hat 1962 keine *Elymus repens*-Gesellschaft kartiert. Demnach hat sich *Elymus repens* erst nach der Einzäunung des Bottsandes im *Festuca rubra*-Rasen am Deichfuß ausbreiten können. Die queckenreichen Flutrasen am Werftstrand sind erst nach dem Bau der Marina 1972 entstanden.

Queckenreiche Vegetationsaufnahmen der oberen Salzrasen wurden auch als **Atriplici-Agopyretum repens** Beeftink 1986 oder **Astro-Agopyretum repens** v. Glahn 1986 beschrieben und dem Salzrasen-Verband **Armerion maritimae** zugeordnet. Die *Elymus repens*-Bestände des Bottsandes wurden jedoch, gemäß ihrer charakteristischen Artenkombination, zu den Flutrasen gestellt. Zwischen der *Elymus repens*-Gesellschaft und der benachbarten Flutrasengesellschaft **Potentillo-Festucetum arundinaceae** bestehen fließende Übergänge. Die Gesellschaftszuordnung bei hoher Deckung von *Elymus repens* und *Festuca arundinacea* erfolgte daher nach Dominanz.

4.4.2.3 *Poo humilis*-*Elymetum repens* R. Tx. 1957 – Salz-Rispengras-Rasen (Tab. 7; Nr. 21–35)

Das *Poo humilis*-*Elymetum repens* ist charakteristisch für durch Beweidung kurzgehaltene Flutrasen oberhalb von Salzrasen am Fuß von Deichen und Strandwällen und in feuchten Dünenmulden. *Poa humilis*, *Potentilla anserina*, *Agrostis stolonifera*, *Festuca rubra*, *Trifolium repens*, *Cerastium holosteoides*, *Juncus gerardii*, *Armeria maritima* und *Elymus repens* bilden die typische Artenkombination dieses offenbar weit verbreiteten, aber nur selten als Assoziation beschriebenen Vegetationstyps. Das mag mit der nicht leicht zu bestimmenden namensgebenden Kennart der Gesellschaft *Poa humilis* (Syn. *P. subcaerulea*, *P. irrigata*) zusammenhängen, einer

Kleinart aus dem *Poa pratensis*-Aggregat (vgl. LOOS 1994). TÜXEN et al. (1957) beschrieben die Gesellschaft erstmals von der Nordseeinsel Neuwerk.

Da die oberen Flutrasen und feuchten Dünensenken auf dem Bottsand intensiv von Kaninchen beweidet werden, konnte sich eine so kurzrasige Gesellschaft wie das **Poo humilis-Elymetum** **repentis typicum** ausbreiten. Am besten ist die Gesellschaft in der Dünensenke vor der Vogelwärter-Hütte und dem Flutrasen am Fuß des großen *Festuca ovina*-Trockenrasens am Eingang zum NSG entwickelt.

Auf dem Bottsand hat RAABE (1962) die Gesellschaft als *Holcus-Anthoxanthum-Sieglingia*-Wiese und *Festuca rubra*-Rasen mit *Trifolium repens*, *Potentilla anserina*, *Leontodon autumnalis* kartiert, in den dazugehörigen Vegetationsaufnahmen ist *Poa humilis* als *Poa pratensis* f. *costata* vertreten. *Danthonia decumbens* (= *Sieglingia*) ist 1995 dort nicht mehr und *Anthoxanthum odoratum* seltener gefunden worden.

Da es fließende Übergänge zur folgenden *Ophioglossum vulgatum-Lychnis flos-cuculi*-Gesellschaft gibt und beide meist nur kleinflächig auftreten, wurden sie für die Vegetationskarte als eine Kartiereinheit zusammengefaßt. Über die Aufnahmenummer der Vegetationstabelle lässt sich die Verbreitung beider Gesellschaften auf der Vegetationskarte nachvollziehen.

Von Fehmarn beschrieb RAABE (1950) eine "Gesellschaft der vertretenen Flutgrenze" mit *Poa humilis* und *Elymus repens*, die sich dem **Poo humilis-Elymetum** **repentis** anschließen lässt, sowie eine *Leontodon autumnalis*-Subassoziation des **Juncetum gerardii**, in der *Poa humilis* vorkommt. Eine ähnliche Vegetationszusammensetzung fand SCHERFROSE (1986) in Küstenflutrasen auf der Insel Spiekeroog und stellte sie als Variante einer *Agrostis stolonifera-Potentilla anserina*-Gesellschaft mit *Poa humilis*, *Trifolium repens*, *Cerastium holosteoides*, *Elymus repens* und *Holcus lanatus* dar, die vom Arteninventar der Gesellschaft auf dem Bottsand entspricht. Von Island beschrieb TÜXEN (1970) ein artenärmeres **Poo irrigatae-Potentilletum** **anserinae**, das sich gleichfalls dem **Poo humilis-Elymetum** **repentis** zuordnen lässt.

Die Küstenflutrasen werden meistens als Subassoziation von Salzrasengesellschaften geführt, da typische Salzrasenarten in geringer Deckung stets die Flutrasengesellschaften begleiten. Die Salzrasenarten können bei überregionaler Betrachtung der Flutrasen ihrerseits als Trennarten zwischen binnennärdischen und Küstenflutrasen betrachtet werden.

4.4.3.4 *Ophioglossum vulgatum-Lychnis flos-cuculi*-Gesellschaft – Natternzungen-Kuckucks-Lichtnelken-Gesellschaft (Tab. 7; Nr. 36–48)

Die Vegetationsaufnahmen des hier zusammengefaßten Vegetationstyps ließen sich keiner in der Literatur beschriebenen Assoziation zuordnen. Nach den beiden charakteristischen Arten wurde der Vegetationstyp *Ophioglossum vulgatum-Lychnis flos-cuculi*-Gesellschaft genannt. Die Gesellschaft kommt auf dem Bottsand auf ausgesüßten, wechselfeuchten, humosen Standorten in feuchten Dünentälern und Strandniederungen vor.

Die *Ophioglossum vulgatum-Lychnis flos-cuculi*-Gesellschaft unterscheidet sich vom **Poo humilis-Elymetum** **repentis** durch eine höhere Vegetation, in der verstärkt Arten des Feuchtgrünlands und der Röhrichte vorkommen, wie *Ophioglossum vulgatum*, *Lychnis flos-*

cuculi, *Phragmites australis*, *Bolboschoenus maritimus*, *Epilobium palustre*, *Epilobium ciliatum* und *Lycopus europaeus* und stellenweise *Hydrocotyle vulgaris*. *Potentilla anserina*, *Agrostis stolonifera* und *Poa humilis* sind die häufigsten Flutrasenarten; mit *Carex distans* und *Juncus gerardii* sind auch Salzrasenarten vertreten. Beweidung durch Kaninchen spielt bei dieser Gesellschaft, im Gegensatz zum **Poo humilis-Elymetum repantis**, eine untergeordnete Rolle.

Die Gesellschaft markiert die Flutrasen der alten Strandwälle bis zum Strandwall von 1938. Wo schilfreiche Salzrasen direkt an den Strandwall reichen, sind *Potentilla anserina* und *Lychnis* stellenweise die einzigen Arten, die den Übergang Salzrasen – Flutrasen kennzeichnen. Eine besondere Stellung nehmen die beiden feuchten Dünentälchen zwischen Hochstand und Vogelwärterhütte ein, in der die *Ophioglossum vulgatum-Lychnis flos-cuculi*-Gesellschaft am besten ausgebildet ist. In beiden Senken haben sich bereits Grauweiden-Gebüsche angesiedelt. *Juncus gerardii*, *Centaurium littorale* und stellenweise *Plantago coronopus* sind die Überbleibsel der Salzrasen. In der sogenannten "Orchideensenke" (Nr. 42–44; 46) treten neben dichten *Ophioglossum*- und *Lychnis*-Beständen *Epilobium palustre*, *Filipendula ulmaria*, *Dactylorhiza incarnata*, *Mentha aquatica* und *Viola palustris* sowie die Moose *Calliergon cordifolium*, *Campylium polygamum* und *Riccardia chamaedryfolia* auf. Außer zwei größeren *Salix cinerea*-Büschen sind zahlreiche kleine Weiden-Sträucher und eine schon 2 m hohe Hänge-Birke die Pioniergehölze. Die 70 m weiter südwestlich gelegene zweite Senke (Nr. 45; 47) ist stärker mit Röhricht (*Bolboschoenus*, *Phragmites*, *Typha latifolia*) bewachsen. Hier kommen *Scutellaria galericulata* und *Ambystegium riparium* vor.

WESTHOFF (1987) beschreibt ähnliche Vegetationsverhältnisse, insbesondere mit *Ophioglossum vulgatum*, für aussüßende Dünentäler auf den westfriesischen Inseln. Pflanzenzoologisch lassen sich solche in lebhafter Sukzession befindliche Dünensenken-Gesellschaften mit stark schwankendem Arteninventar kaum fassen. Die heterogenen, artenreichen Vegetationsaufnahmen der Gesellschaft können daher nur ein ungefähres Bild des derzeitigen Sukzessionsstadiums wiedergeben, das zu einem Vegetationsvergleich in der Zukunft anregen mag.

4.4.2.4 *Potentillo-Festucetum arundinacea* Nordhagen 1940 – Rohrschwingel-Flutrasen (Tab. 7; Nr. 63–71)

Die Gesellschaft ist in den weniger beweideten Flutrasen der Küsten und Flußläufe weit verbreitet und durch das horstige, hochwüchsige Gras *Festuca arundinacea* gekennzeichnet, das von *Potentilla anserina*, *Elymus repens* und anderen ruderalen und nitrophytischen Arten begleitet wird. Von sandigen, mit Spülsummaterial vermengten, bis hin zu lehmigen Böden mit Staunässe kommt sie jedoch, ähnlich der *Elymus repens*-Gesellschaft, über nitrophytische Flutrasen hinaus auch ruderal an Straßenböschungen, Wegrändern und auf Industriebrachen vor (vgl. MOOR 1985).

Auf dem Bottsand können am aufgeschütteten Werftstrand die Übergänge der typischen Flutrasen-Ausbildung zu den höhergelegenen trockeneren Brachestandorten mit ruderalen Arten wie *Tussilago farfara*, *Equisetum arvense*, *Trifolium hybridum* oder *Glechoma hederacea* verfolgt werden. Stellenweise bildet *Elymus repens* Dominanzbestände, in denen *Potentilla*

anserina und *Festuca arundinacea* zurücktreten oder fehlen. Diese Bestände wurden dann als eigene ranglose **Elymus repens**-Gesellschaft (4.4.2.2) kartiert, sind aber dem **Potentillo-Festucetum arundinaceae** floristisch ähnlich. Auf der Grünen Insel beispielsweise durchdringen sich die über einen Meter hohen *Festuca arundinacea*-, *Elymus x acutus*- und *Elymus repens*-Bestände.

4.4.2.5 Ranunculo repentis-Alopecuretum geniculati R. Tx. 1937 – Knick-Fuchsschwanz-Kriechrasen (Tab. 7; Nr. 8–13)

Das **Ranunculo repentis-Alopecuretum geniculati** ist auf eutrophen Staunässeböden, in Flutmulden von Binnengewässern, vernässt Senken im Grünland oder am Rande von Misthaufen eine weitverbreitete und häufige Gesellschaft.

Außerhalb des Naturschutzgebietes am Deichfuß hat man die Verlängerung des Großen Grabens mit lehmigem Boden zugeschüttet und verfestigt. Auf den hier entstandenen Staunässeböden hat sich die von *Alopecurus geniculatus* und *Agrostis stolonifera* beherrschte Gesellschaft ausgebildet. *Plantago major* ssp. *winteri*, *Juncus effusus*, *Drepanocladus aduncus* var. *kneiffii* und *Calliergonella cuspidata* kommen am Bottsand schwerpunktmaßig im **Ranunculo repentis-Alopecuretum geniculati** vor. Die Flächen werden zum einen von Kaninchen stark beweidet, zum anderen vor allem im Sommer von Menschen betreten oder von Fahrzeugen befahren. Die dadurch entstandenen Störstellen weisen eine interessante Moosflora auf. Neben allgemein häufigen Moosen (*Barbula convoluta*, *Didymodon fallax*, *Pottia truncata*) sind es die salztoleranten, seltenen Arten *Desmatodon heimii* (Salz-Pottmoos) und *Bryum algovicum* (Hängefruchtiges Birnmoos). Fleckenartig eingestreut sind Salzrasenarten (*Juncus gerardii*, *Plantago coronopus*, *Trifolium fragiferum*).

Die Gesellschaft geht an sandigeren Stellen und zum Deich hin in das **Lolietum perennis** (4.4.3.1) über, mit dem es einige gemeinsame Arten (*Bellis perennis*, *Poa annua*, *Taraxacum officinale* agg., *Achillea millefolium*) hat.

4.4.2.6 Agrostis stolonifera-Kriechrasen – Flecht-Straußgras-Teppich (Tab. 7; Nr. 14–20)

Diese Basalgesellschaft der Ordnung **Potentillo-Polygonetalia** wird aus einem nahezu einartigen, niedrigen, dichten Teppich von *Agrostis stolonifera* gebildet, der ausgesüßte, ehemalige Purpurbakterienwatten in alten Lagunen oder Staunässeböden überzieht. Größerflächig kommt sie in zwei in den siebziger Jahren entstandenen und bereits in den Achzigern abgeschlossenen Lagunen in einer Zone zwischen Schilfröhricht und Strandwallfuß vor. Kleinflächig ist sie auch am Rande von Purpurbakterienwatten zwischen schütterem Schilfröhricht ausgebildet. Bezeichnend ist die zumindest zeitweise bodenoberflächennahe Reduktionszone.

In der ersten Strandwallniederung, durch die auch Transek I führt, hat bereits RAABE (1962) zwischen dem Schilfröhricht eine "aussüßende *Agrostis alba*-Senke" kartiert, die dort immer noch vorhanden ist.

4.4.2.7 *Juncus articulatus*-Gesellschaft – Glieder-Binsen-Trittrasen (Tab 7; Nr. 72–75)

Die diesem Vegetationstyp zugeordneten vier Aufnahmen sind Trittrasen ausgesüßter Strandwall- und Dünentäler und werden von den mehrjährigen salztoleranten Flut- und Trittrasenarten *Juncus articulatus*, *Carex viridula* ssp. *viridula* var. *viridula* (Syn. *Carex oederi*), *Plantago major* ssp. *winteri*, *Plantago major* ssp. *intermedia* und *Danthonia decumbens* beherrscht, weisen aber mit *Juncus ranarius* Verwandschaft zu den aus Annuellen aufgebauten Zwergbinsen-Gesellschaften auf. Die Vegetation der verdichteten Staunässeböden ist niedrig und bietet an offenen Stellen konkurrenzschwachen Arten Raum. So ist auf dem Hauptweg vom NSG-Tor zur Vogelwärterhütte in der ersten Strandwallsenke ein sicherer Bestand der selten gewordenen Gelb-Segge *Carex viridula* var. *viridula* (Nr. 75), deren Vorkommen auf dem Bottsand laut RAABE (1987) als erloschen galt. Aufmerksamkeit verdient auch die Aufnahme Nr. 72 vom Trampelpfad hinter der Vogelwärterhütte zur Mole. Hier wächst in einer ausgetretenen Vertiefung ein auffälliger *Juncus articulatus*-Rasen mit zahlreichen Moosen, darunter die Arten *Ditrichum cylindricum*, *Bryum imbricatum*, *Bryum intermedium* und *Riccardia chamedryfolia*.

4.4.3. Klasse: Molinio-Arrhenatheretea R. Tx. 1937 em. R. Tx. 1970; Ordnung: Arrhenatheretalia R. Tx. 1931 – Frischwiesen, Weiden, Tritt- und Kulturrasen

Die Grünlandgesellschaften der **Arrhenatheretalia** sind durch intensive anthropogene Nutzung oder Pflege als Weide, Wiese oder Kulturrasen entstanden. Auf dem Bottsand findet sich intensiv genutztes Grünland nur auf einer sommerlichen Spielwiese am Deichfuß, die zum Badestrandbereich gehört. Auf solchen Flächen gedeihen die durch Ansaatmischungen weltweit in der gemäßigten Zone verbreiteten Breitwegerich-Trittrasen (**Lolietum perennis**) aus dem Verband **Cynosurion** R. Tx. 1947.

4.4.3.1 *Lolium perenne* Gams 1927 – Weidelgras-Breitwegerich-Trittrasen (Tab. 7; Nr. 1–7)

Die Gesellschaft ist durch die stete Artenkombination von *Lolium perenne*, *Plantago major* ssp. *major*, *Plantago lanceolata*, *Bellis perennis*, *Taraxacum officinale* agg., *Achillea millefolium* und *Trifolium repens* gekennzeichnet. Auffällig ist der hohe Anteil niedrigwüchsiger Rosettenpflanzen, die häufigerem Rasenschnitt und Vertritt gewachsen sind und Park-, Sport- und Gartenrasen zieren.

Die Gesellschaft ist auf dem Bottsand standortsfremd und erst mit Mutterbodenauflag und Ansaatmischungen während des Deich- und Wegebaus eingebracht worden. An übersandeten, trockeneren Standorten treten vermehrt *Bromus hordeaceus* ssp. *hordeaceus*, *Agrostis capillaris*, *Cerastium semidecandrum* und *Carex arenaria* auf, die zu den Sandtrockenrasen überleiten.

4.5 Spülsaumgesellschaften

4.5.1 Klasse: *Cakiletea maritimae* R. Tx. et Prsg. 1950 – Meersenf-Spülsäume und Tangwall-Gesellschaften

Nach winterlichen Stürmen türmen sich am Strand oft mehrere Dezimeter mächtige "Tangwälle", an der Ostsee hauptsächlich aus Seegras mit Grün-, Braun- und Rotalgen vermengt, die in etwas geschützteren Lagunen offenliegend verrotten oder an Sandstränden zusanden. Hier bildet sich infolge der guten Nährstoffversorgung eine oft üppige Vegetation einjähriger, nitrophytischer, salztoleranter Arten wie *Atriplex littoralis*, *Atriplex prostrata* und *Cakile maritima* ssp. *baltica* aus.

Auf dem Bottsand werden besonders in der Strandbucht vor der Mole jährlich große Mengen Seegras, Algen und Muschelschalen zu breiten sogenannten "Tangwällen" vom Meer angespült. Dort entwickeln sich im Sommerhalbjahr üppige Melden-Bestände. Den übrigen Sandstrand entlang markieren schmalere, leicht übersandende Spülsäume die Höhe winterlicher Fluten. Die Vegetation ist dort lückiger. Auf den sandigeren Flächen treten *Cakile maritima*, *Salsola kali* ssp. *kali* und als steter Begleiter *Senecio viscosus* auf. Neben diesen einjährigen Arten der Spülsaumgesellschaften kommen in lückigen Spülsäumen oberhalb der ständigen Flutmarke bis in die höhergelegenen, nur im Winter überfluteten Strandabschnitte auch mehrjährige Arten wie *Honckenya peploides* vor.

Auf dem Bottsand können folgende *Cakiletea*-Gesellschaften unterschieden werden: Das *Atriplicetum littoralis* Feekes 1936 em. Westhoff et Beeftink 1950 und das *Cakiletum maritimae* van Dieren 1934 im unteren Spülsaumbereich und die *Honckenya peploides*-Gesellschaft in höher gelegenen Strandabschnitten bis in den Vordünenbereich. Im Untersuchungsjahr 1995 war die *Cakile*-Population fast vollständig zusammengebrochen, so daß an den Standorten des *Cakiletum maritimae* aus den Vorjahren keine *Cakile*-Pflanze groß geworden ist. Nur *Salsola kali* ssp. *kali* konnte sich an entsprechenden Standorten behaupten, so daß die hier angegebene *Salsola kali* ssp. *kali*-Gesellschaft standörtlich weitgehend dem *Cakiletum maritimae* entspricht. Auf der Vegetationskarte wurde auf eine Unterscheidung der Tang- und Spülsaum-Gesellschaften verzichtet.

4.5.1.1 *Atriplicetum littoralis* Feekes 1936 em. Westhoff et Beeftink 1950 – Strand-Melden-Gesellschaft (Tab. 8; Nr. 5–11)

Diese Gesellschaft bildet am Strandabschnitt vor der Hafenmole dichte *Atriplex littoralis*- und *Atriplex prostrata*-Bestände auf verrottenden Seegras-Tangwällen. Neben diesen dominanten Arten tritt eine Reihe ruderaler Arten im Spülsaum auf, von denen die wenigsten mehrere Monate am Standort überleben. Viele Keimlinge vertrocknen während des Sommers, werden abgefressen oder bald von den ausladend wachsenden Melden überwuchert. Als vielerorts beschriebene Begleiter im Spülsaum finden sich *Cirsium arvense* juv., *Rumex crispus*, *Sonchus arvensis*, *Solanum dulcamara* und *Ranunculus sceleratus*. Auch die Tomate (*Solanum lycopersicum*) kommt fast jährlich im Spülsaum vor, seltener Sonnenblumen (*Helianthus annuus*) oder 1994

Ricinus communis und Raps (*Brassica napus*). Unter den Melden sei besonders auf die seltene Gestielte Melde (*Atriplex longipes*) hingewiesen, die 1994 in dieser Gesellschaft wuchs.

4.5.1.2 *Salsola kali* ssp. *kali*-Gesellschaft – Kali-Salzkraut-Gesellschaft (Tab. 8; Nr. 1–4)

Diese Gesellschaft tritt an den meist übersandeten Tangwällen der winterlichen Flutmarken auf. *Cakile maritima*, *Salsola kali* ssp. *kali* und *Atriplex prostrata* kennzeichnen in der Regel diesen Vegetationstyp, der als **Cakiletum maritimae** bekannt ist. *Salsola kali* und *Atriplex prostrata* haben allerdings eine weitere standörtliche Amplitude als der enger eingenischte Meersenf (*Cakile maritima*). Die Ursache des fast vollständigen Rückgangs von *Cakile maritima* 1995 auf dem Bottsand wurde nicht untersucht. Allerdings sind auch in den Vorjahren starke Populationsschwankungen beobachtet worden und daher nichts ungewöhnliches. Schon 1996 gab es wieder einen deutlichen Meersenf-Spülsaum.

Salsola kali ist die einzige derzeit bekannte C4-Pflanze an der Ostseeküste. Günstiges Lichtklima und gute Nährstoffversorgung mögen ein Grund dafür sein, daß sich eine Pflanze mit diesem sonst eher tropisch-subtropisch verbreiteten, produktiven Photosynthese-Typ an Spülsäumen der Meeresküste bis in die gemäßigte Zone ausbreiten konnte.

RAABE hat 1962 auf dem Strandwall von 1960 *Salsola kali*-Vorkommen kartiert. Hier befinden sich heute junge Strandwall-Trockenrasen, in denen *Salsola kali* fehlt.

4.5.1.3 *Honckenya peploides*-Gesellschaft – Strand-Salzmieren-Gesellschaft (Tab. 8; Nr. 1–9)

Diese Gesellschaft ist entlang der europäischen und kanadischen Atlantikküste auf winterlich überfluteten Sand-, Kies- und Geröllstränden verbreitet. *Honckenya* kann sich mit Rhizomen recht schnell ausbreiten und besiedelt als salzertragende Pionierpflanze die höher gelegenen Flächen der jungen Kiesstrandwälle, wo sie oft teppichartige Bestände bildet. Mit ihrem ausgeprägten, tiefen Wurzelsystem hält sie auch an höher gelegenen Standorten Grundwasserkontakt. Bei Übersandung oder Erosion der Strandwaloberfläche kann sich *Honckenya* aus den Rhizomen regenerieren, braucht aber eine gewisse Stabilität ihres Lebensraumes. Durch Wind und Wasser transportierte organische Materialien und frischer Sand verfangen sich in den *Honckenya*-Teppichen und tragen zur Nährstoffversorgung des Standortes bei. Nach VAN DIEREN (1934) kann *Honckenya* bis zu etwa 35 cm hohe Primärdünen bilden, die instabil sind und meist von winterlichen Hochwässern wieder zerstört werden.

Die *Honckenya*-Bestände auf dem Bottsand können sowohl Initialstadien der Dünenbildung sein als auch auf festgelegten Sand- oder ehemaligen Deflationsflächen direkt in Strandwall-Trockenrasen übergehen. Auf alten, vor der Brandung geschützten Strandabschnitten gehen die Bestände an grundwassernahen Standorten in nitrophytische Ampfer- und Quecken-Bestände über (Tab. 12; Nr. 18–36), auf den trockenen Kies-Strandwallkuppen in eine *Sedum acre*-Gesellschaft (Tab. 12; Nr. 1–7) oder auf sandigen Flächen ins *Violo-Corynephoretum* (Tab. 10).

Honckenya kann als Differentialart sowohl der temperaten als auch der borealen Vordünen angesehen werden. Sie ist mithin keine eigentliche Dünenpflanze, sondern hat ihren Verbreitungsschwerpunkt in der Zone zwischen unterem Spülsaum und Dünengürtel. Entlang der

Ostseeküste mit ihren zahlreichen Kies-Strandwällen ist die *Honkenya*-Gesellschaft weit verbreitet, an der Nordsee mit vorwiegend Sand- oder Wattküsten eher selten. Als mehrjährige, nitrophile Art junger Strandwälle gibt es weitgehende Überschneidungen zwischen der *Hockenya peploides*-Gesellschaft und den Beständen einjähriger Arten der Spülsumgesellschaften, in denen *Honckenya peploides* gleichfalls als Differentialart auftritt. Daher wird die Gesellschaft in der vorliegenden Arbeit zu den *Cakiletea* gestellt.

Da die *Honkenya*-Gesellschaft vom oberen Spülsumbereich bis in die Primärdünen unserer Küsten vorkommt, wird sie in der Literatur zu verschiedenen Klassen gestellt. BEEFTINK (1965, 1968) und MÖLLER (1975) ordnen die Gesellschaft in die Klasse *Cakiletea* ein, andere Autoren wiederum in die Klasse *Elymo-Ammophiletea* (BABCZYNSKA & CELINSKI 1978, POTT 1995). Dagegen stellen TÜXEN (1966), WILLERS (1986), THANNHEISER (1991) TÜRK (1995) und DIERSEN (1996) sie zur nur schwach gekennzeichneten Klasse *Honckenyo-Elymetea* R. Tx. 1966 (boreal-subarktische Strandroggen-Dünen, Strandwallfluren und nitophytische Quecken- und Küstenflutrasen).

4.6 Küstendünen und Küstensandtrockenrasen

Dünen kommen in Mitteleuropa vor allem im Küstebereich vor und sind im Binnenland selten. An den sandigen Küsten wurde die Entwicklung von der Embryonaldüne über die Strandhafer-Weißdüne, den Silbergrasrasen der Graudüne zu den Trockenrasen und Heiden der Braundünen als Xeroserie beschrieben (Abb. 9). Die charakteristischen Pflanzen der Dünen und Trockenrasen sind besonders an die Trockenheit und zeitweise hohe Bodentemperatur dieses Lebensraumes angepaßt. Die mehrjährigen Gräser *Ammophila arenaria* und *Festuca ovina* haben stark skleromorphe Blätter, die bei Trockenheit als Verdunstungsschutz zusammengerollt sind. Viele Arten haben als Verdunstungsschutz eine dicke Cutikula und dadurch eine bläuliche Farbe, wie *Corynephorus canescens*, *Elymus farctus*, *Leymus arenarius*, *Crambe maritima* und *Eryngium maritimum* oder sind sukkulent wie *Sedum acre*. Schließlich gibt es etliche kleinwüchsige Winterannuelle, die ihren Entwicklungszyklus im klimatisch günstigeren Frühjahr noch vor der einsetzenden Sommertrockenheit vollenden wie *Erophila verna*, *Aira praecox*, *Teesdalia nudicaulis*, *Cerastium diffusum*, *Cerastium semidecandrum*, *Viola tricolor* ssp. *curtisii* und *Bromus hordeaceus* ssp. *thominii*.

4.6.1 Klasse: *Ammophiletea arenariae* Br.-Bl. et R. Tx. 1943 – Stranddünen-Gesellschaften

Die Dünenbildung an unseren sandigen Meeresküsten hängt, wie VAN DIEREN (1934) ausführlich darlegt, nicht allein von den Windverhältnissen, sondern ganz entscheidend von der Vegetation der Dünenstandorte ab. Da die Vegetation als Sandfänger dient und vornehmlich aus hohen, rhizombildenden Dünengräsern besteht, die den Sand mit ihren Wurzeln festlegen und im Wachstum von der Übersandung gefördert werden, hat VAN DIEREN für diesen Prozeß den Begriff der "organogenen Dünenbildung" geprägt. Es werden mehrere Phasen der Dünenbildung unterschieden. Initialphasen der Dünenbildung, sogenannte instabile Primär- oder Embryonal-dünen, können schon im Spülsumbereich auftreten, wo *Cakile maritima*, *Solsola kali* und

Honckenya peploides als Sandfänger dienen. Die Gesellschaften der Primär- und Sekundärdünen werden in der Klasse **Ammophiletea** zusammengefaßt. Die Dünenbildung an Sandstränden ist eng mit einer Vegetationszonierung und einer Sukzessionsserie vom Spülzaum zu der Hohen Düne verbunden (vgl. Abb. 9):

Embryonaldüne: häufige Überflutung, Salzwassereinfluß, Sandanwehung, instabil (**Cakiletia**)

Primärdünen, Vordüne: seltene Überflutung, brackiges Grundwasser, abnehmender Salzgehalt, zunehmende Sandzufuhr, instabil (**Elymo-Agropyretum**)

Sekundärdünen, Weißdünen: nicht überflutet, optimale Sandzufuhr, gute Nährstoffversorgung, Stabilisierung der Bodenoberfläche, Süßwasserlinsen im Wurzelbereich (**Elymo-Ammophiletum**)

Tertiärdünen, Graudünen: abnehmende Übersandung und Nährstoffzufuhr, stabile Bodenoberfläche, Bodenbildung mit Humusakkumulation (Sandtrockenrasen)

Braundünen: Bodenversauerung, Rohhumusbildung, Nährstoffverarmung, Podsolierung (Heide, Bewaldung)

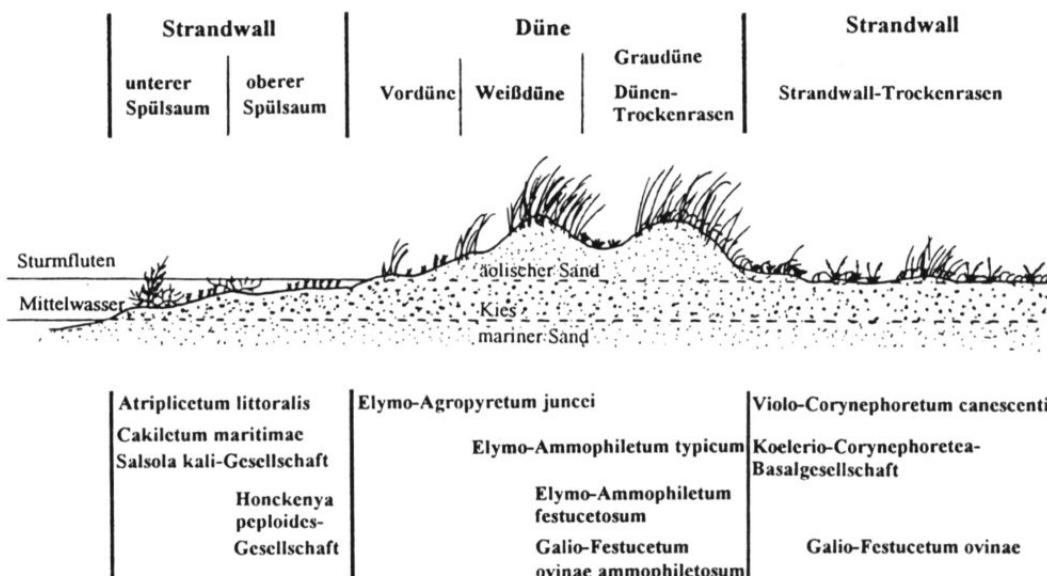


Abb. 9: Xeroserie: Entwicklung und Zonierung der Pflanzengesellschaft der Strandwälle und Dünen auf dem Bottsand/Ostseeküste (schematisch).

Der Bottsand ist eine der wenigen verbliebenen Stellen an der schleswig-holsteinischen Ostseeküste, an der noch eine rezente Dünenbildung stattfindet. Während am Südwestende des Nehrungshakens auf den jungen Strandwällen neue Dünen entstehen, findet bei winterlichen Stürmen wie zuletzt im November 1995 an der gesamten strandparallelen nördlichen Dünenkette vom Badestrand bis weit ins Naturschutzgebiet hinein ein Dünenabtrag statt, der nur teilweise von sich neu bildenden Vordünen ausgeglichen werden kann. Außerdem wandern die Dünen allmählich in die alten Trockenrasen, so daß die Küstenlinie landeinwärts verlagert wird. Ausführlich hat MÖLLER (1975) die Dünenvegetation der schleswig-holsteinischen Ostseeküste einschließlich des Bottsands beschrieben.

4.6.1.1 **Elymo-Agropyretum juncei** (= **Leymo-Elymetum farcti**) Br.-Bl. et De Leeuw 1936 em. R. Tx. 1957 nom. cons. – **Strand-Quecken-Vordüne** (Tab. 9; Nr. 1–4)

Das **Elymo-Agropyretum juncei** ist die artenarme Gesellschaft der Vor- oder Primärdünen an Nord- und Ostsee.

Sie ist auf dem Bottsand nur kleinflächig vertreten, da die Primärdünenbildung hier meist von dünnah gelegenen *Honckenya peploides*-Teppichen ausgeht und die Vordünen direkt von *x Calammophila baltica* und *Ammophila arenaria* besiedelt werden. Die kennzeichnende Art der Gesellschaft, *Elymus farctus* (Strand-Quecke), spielt bei der Dünenbildung auf dem Bottsand nur eine untergeordnete Rolle. Die wenigen *Elymus farctus*-Bestände säumen zusammen mit *Honckenya peploides* die Dünenfüße der jüngsten Strandwälle. *Leymus arenarius*, die andere namensgebende Art der Gesellschaft, tritt zur Zeit nicht in den Vordünen auf. Unterbleibt die Sandakkumulation, so ruderallisieren die Vordünen schnell und nitrophile Arten des **Agropyro-Rumicion** wandern ein, wobei *Elymus x acutus*, der Bastard zwischen *Elymus farctus* und *Elymus repens*, sich oft durchsetzen kann und eigene Bestände aufbaut.

RAABE konnte 1962 mehrere Flächen als *Elymus farctus*-Düne kartieren, die heute im Bereich alter Dünen zwischen Vogelwärterhütte und Quellersenke und auf dem Strandwall von 1960 lagen.

4.6.1.2 **Elymo-Ammophiletum arenariae** (= **Leymo-Ammophiletum arenariae**) Br.-Bl. et De Leeuw 1936 – **Strandhafer-Düne** (Tab. 9; Nr. 5–36)

Ammophila arenaria und *x Calammophila baltica* sind die kennzeichnenden Arten der Weißdünen und bauen auf dem Bottsand in der Optimalphase über 3 m hohe Dünen auf. In der Dünenaufbauphase, dem **Elymo-Ammophiletum arenariae typicum**, wird die Vegetation von fast einartigen *Ammophila*- und *x Calammophila*-Beständen aufgebaut, da andere Arten der starken Übersandung nicht gewachsen sind. *Ammophila* ist salzempfindlicher als die Arten der Primär- und Vordünen *Elymus farctus*, *E. x acutus*, *Leymus arenarius* und *Honckenya peploides* und gedeiht an der Nordsee erst in Höhen über NN, in denen sich ein eigenes Süßwasserreservoir über dem brackigen Grundwasser ausgebildet hat. An der salzärmeren Ostsee dagegen tritt *Ammophila* bereits im Vordünenbereich als Dünenbildner auf (vgl. ELLENBERG 1986). Läßt die Übersandung nach, können *Carex arenaria*, *Festuca rubra*, *Aira praecox*, *Corynephorus canescens* und das Moos *Ceratodon purpureus* sich etablieren; die Dünensande werden von der

dichteren Vegetation festgelegt. In dieser Altersphase der Dünen, dem **Elymo-Ammophiletum festucetosum** (Tab. 9; Nr. 13–36) setzt die Humusakkumulation im Oberboden und damit die Entwicklung zur Graudüne ein. Die Arten der Sandtrockenrasen (**Koelerio-Corynephoretea**) gewinnen zunehmend an Deckung. Die Degenerationsphase der Dünen mit Rohhumusaufklage und Bodenversauerung (kein CaCO₃ mehr nachweisbar) setzt etwa ein, wenn die Moose *Dicranum scoparium*, *Pleurozium schreberi*, *Hypnum jutlandicum* und *Aulacomnium androgynum* sowie Flechten der Gattung *Cladonia* auftreten (Tab. 9; Nr. 29–36). Stellenweise fallen in diesem Stadium die violettblühenden Staudenfluren von *Epilobium angustifolium* oder die Farne *Polypodium vulgare*, *Dryopteris carthusiana*, *D. dilatata* und *D. filix-mas* auf.

Die Altersphase der Strandhafer-Dünen ist neben den Sandtrockenrasen der verbreitetste Vegetationstyp des Bottsandes, und es gibt fließende Übergänge zwischen beiden Gesellschaften. Die Kennart der Schaf-Schwingel-Trockenrasen *Festuca ovina* ssp. *ovina* wurde daher als Trennart zwischen Dünen- und Sandtrockenrasen-Gesellschaft gewählt und *Ammophila-* bzw. *x Calammophila*-reiche Sandtrockenrasen als **Galio veri-Festucetum ovinae ammophiletosum** ausgewiesen.

Die von RAABE (1962) kartierten reinen *Ammophila*-Weiβdünen sind heute alle im fortgeschrittenen Altersstadium des **Elymo-Ammophiletum festucetosum** mit *Dicranum scoparium*.

Die in den großflächigeren Küstendünen der Nordsee zu beobachtende Sukzession vom **Elymo-Ammophietum typicum** über das **Elymo-Ammophiletum festucetosum**, der zusammenbrechenden *Ammophila*-Population bei ausbleibender Übersandung im **Violocorynephoretum** (Graudüne) zur *Empetrum*-Braundüne, kann auf dem Bottsand nur eingeschränkt beobachtet werden. Die *Corynephorus*-Rasen innerhalb junger, festgelegter Dünen treten hier nicht in absterbenden *Ammophila*-Beständen auf, sondern liegen windgeschützt in sandigen Dünenmulden oder auf festgelegten Strandwällen, wo *Corynephorus* Erstbesiedler ist. *Corynephorus* kommt als Begleiter in den gerade festgelegten Dünen schon früher vor als *Festuca rubra*. Das **Elymo-Ammophiletum** wird schließlich von einem Schaf-Schwingel-Trockenrasen (**Galio veri-Festucetum ovinae**) abgelöst und nicht von einer *Empetrum*-Heide. MÖLLER (1975) führt den direkten Übergang vom **Ammophiletum** zum **Galio veri-Festucetum ovinae** an der Ostsee auf frühzeitig ausbleibenden Sandnachschub in der Vegetationsentwicklung zurück, wobei die gegenüber Übersandung empfindliche *Festuca ovina* schon im ausklingenden **Elymo-Ammophiletum** gedeihen könne. Eigene Beobachtungen am Bottsand zeigten an den Stellen, an denen die Dünenkette sich landeinwärts verlagert und folglich alte Sandtrockenrasen übersandet, daß *Festuca ovina* örtlich geringfügige Übersandung verträgt. Hauptkonkurrenten für *Ammophila arenaria* in den festgelegten Dünen sind *Carex arenaria* und *Dicranum scoparium*, die in den ältesten Dünenstadien hohe Deckungen erreichen und Stellen mit Rohhumusproduktion kennzeichnen.

Die Ursachen für nachlassende Vitalität bis hin zum Zusammenbruch der *Ammophila*-Population in älteren Dünen wurden früher auf nachlassenden Nährstoffeintrag bei abnehmender Übersandung zurückgeführt (LUX 1964, MÖLLER 1975). Neuere Untersuchungen heben die

Bedeutung pathogener und parasitierender Bodenorganismen der Rhizosphäre in festgelegten Dünensanden hervor (VAN DER PUTTEN et al. 1990, 1993). Schließlich haben LITTLE & MAUN (1996) am amerikanischen Strandhafer *Ammophila breviligulata* den Einfluß sowohl der Übersandung als auch von Mykorrhizapilzen gegenüber endoparasitischen Nematoden getestet. Sie sind zu dem Ergebnis gekommen, daß im bezug auf Nematoden Mykorrhizapilze einen größeren positiven Einfluß auf Wachstum und Vitalität von *Ammophila* haben als Übersandung.

Auf den alten kiesigen Strandwällen, auf denen es also gar nicht erst zur Dünenbildung gekommen ist, erreichen *Ammophila* und *x Calammophila* teilweise beachtliche Deckungen, ohne sonderlich an Vitalität gegenüber den Dünenpflanzen einzubüßen. Die Ergebnisse von LITTLE & MAUN (1996) bieten daher eine Erklärungsmöglichkeit, warum diese Dünengräser nicht bei nachlassender Übersandung absterben. Auf den jungen Strandwällen sind *Ammophila arenaria* und *x Calammophila baltica* stets vertreten. Da aber die Arten der Sandtrockenrasen meist höhere Deckungen erreichen und bald ein **Galio veri-Festucetum ovinae** die Vegetation bestimmt, werden hier auch die *Ammophila arenaria*- und vor allem *x Calammophila baltica*-dominierten Strandwälle zu den Sandtrockenrasen gestellt (Tab. 12 und 13) und nicht zum **Elymo-Ammophiletum arenariae festucetosum**.

4.6.2 Klasse: Koelerio-Corynephoretea Klika 1931 – Sandtrockenrasen

In der Klasse **Koelerio-Corynephoretea** sind Rasengesellschaften trockener, oft nährstoffärmer Standorte mit niedrigwüchsigen, konkurrenzschwachen Arten zusammengefaßt. Ursprüngliche Vorkommen sind Extremstandorte wie Steilhänge und Dünen. Durch verschiedenartige Nutzung haben sich die Sandtrockenrasen an Sekundärstandorten wie auf extensiv genutzten Weiden oder Truppenübungsplätzen weiter ausbreiten können. Heute sind Sandtrockenrasen selten geworden und gehören zu den nach § 20 BNatSchG gesetzlich geschützten Biotopen. Auf dem Bottsand sind Trockenrasen der flächenmäßig verbreitetste Vegetationstyp.

Die derzeitig gebräuchliche pflanzensoziologische Gliederung der **Koelerio-Corynephoretea** (ELLENBERG 1986, OBERDORFER 1990, POTT 1995) kann noch nicht befriedigen. Im vorliegenden Fall werden alle Gesellschaften der Sandtrockenrasen der Ordnung **Corynephoretales** und dem Verband **Corynephorion canescens** zugeordnet. Auf die übliche Aufteilung der Gesellschaften (vgl. OBERDORFER 1990, POTT 1995) in die einzelnen Verbände **Corynephorion canescens**, **Koelerion arenariae** und **Thero-Airion** wurde verzichtet, da schon die Gesellschaften durch fließende Übergänge miteinander verbunden sind. Eine Trennung der genannten Verbände konnte floristisch auf dem Bottsand nicht nachvollzogen werden. Ähnliche Beobachtungen in den Graudünen machte ELLENBERG (1986: 503), der feststellte, daß man tatsächlich alle Übergänge zwischen **Koelerion arenariae** und **Corynephorion**-Gesellschaften finde. Gleichermaßen trifft auf **Thero-Airion** und **Corynephorion canescens** zu. So schreibt POTT (1995: 336), daß das **Thero-Airion** an verfestigten Stellen innerhalb der Silbergrasfluren vorkommt und betont eine raum-zeitliche Überlagerung (Superposition) beider Verbände. Die Pflanzengesellschaften der Küstentrockenrasen auf dem Bottsand werden folgendermaßen gegliedert:

Ordnung: **Corynephoretales canescens** Klika 1934

Verband: **Corynephorion canescens** Klika 1931

Assoziation: **Violo-Corynephoretum canescens** Böcher 1941

Assoziation: **Carici-Airetum praecocis** Westhoff, van Leeuwen et Adriani 1962 nom. inv.

Sedum acre-Gesellschaft

Assoziation: **Galio veri-Festucetum ovinae** Hallberg 1971

Koelerio-Corynephoreta-Basalgesellschaft

4.6.2.1 **Violo-Corynephoretum canescens** Böcher 1941 – Silbergras-Küstensandtrockenrasen (Tab. 10; Nr. 1–38)

Das **Violo-Corynephoretum** ist die Pioniergesellschaft auf windgeschützen, festgelegten Strandwällen und Sandflächen in Dünentälern. Auf den Sandböden setzt eine Bodenentwicklung ein, bei der der Oberboden entkalkt, Nährstoffe ausgewaschen und Humus angereichert wird. Aus den Lockersyrosemen der Weißdünen und jungen Strandwälle entstehen so die Regosole der Graudünen und Strandwall-Trockenrasen.

Die Pionierstadien sind noch artenarme, im wesentlichen von *Corynephorus canescens* und *Ceratodon purpureus* aufgebaute und von *Honckenya peploides*, *Erophila verna*, *Aira praecox*, *Cerastium semidecandrum* und *Carex arenaria* begleitete Vegetationstypen. In der Entwicklung zum Altersstadium wird die Gesellschaft vor allem durch Flechten bereichert; blütenprächtige Trockenrasenarten wie die namensgebenden *Viola canina* und *Viola tricolor* ssp. *curtisiae* spielen auf dem Bottsand keine Rolle. *Viola canina* bevorzugt feuchtere Rasen in Dünentälern und ist im **Galio veri-Festucetum ovinae ammophiletosum** der Dünenserie häufiger als im **Violo-Corynephoretum** selbst. Entsprechendes gilt für *Viola tricolor* ssp. *curtisiae*, die auf dem Bottsand bevorzugt in den noch lückigen Strandwalltrockenrasen vorkommt (4.6.2.3/4). Besonderheiten jüngerer Silbergrasrasen sind das für die schleswig-holsteinische Ostseeküste erstmalig nachgewiesene, atlantisch verbreitete *Cerastium diffusum* (Viermänniges Hornkraut) und das an der Ostseeküste seltene *Phleum arenarium* (Sand-Lieschgras).

Vom typischen **Violo-Corynephoretum canescens** (Nr. 1–33) lässt sich eine flechtenreiche Altersphase als **Violo-Corynephoretum canescens cladonietosum** (Nr. 34–38) abtrennen. Diese ist auf dem Bottsand besonders gut im Bereich der ehemaligen Kiesentnahmestellen am Eingangstor zum Naturschutzgebiet ausgebildet und wurden dort bereits von RAABE (1962) kartiert. Auf dem steinig-kiesigen Boden sind die Wachstumsbedingungen für Samenpflanzen ungünstig und ihr Anteil an der Vegetationsbedeckung gering. Dafür ist die Deckung der Kryptogamen hoch. Hier finden sich auf kleinem Raum 13 Arten der Gattung *Cladonia* (Rentier- und Becherflechten), darunter die bedrohten Arten *C. crispata* var. *cetrariiformis*, *C. ramulosa* (beide RL 2) und *C. uncialis*, *C. ciliata*, *C. arbuscula* (RL 3).

Das **Violo-Corynephoretum cladonietosum** geht bei ausbleibender mechanischer Belastung durch Vertritt fließend in ein **Galio veri-Festucetum ovinae** über. Im Gebiet des Badestrandes mit stärkerem Vertritt werden die der Altersphase des **Corynephoretum** entsprechenden

Standorte auf dem Rücken eines alten Kiesstrandwalles vom **Carici-Airetum praecocis** eingenommen.

4.6.2.2 **Carici-Airetum praecocis** Westhoff, van Leeuwen et Adriani 1962 nom. inv. – Gesellschaft der Frühen Haferschmiele (Tab. 11; Nr. 1–25)

Die Kleinschmielenrasen (**Carici-Airetum praecocis**) sind eine niedrigwüchsige Pioniergesellschaft auf festgelegten Sanden der Küste und des Binnenlandes. Kennzeichnende Art der Gesellschaft ist die Frühe Haferschmiele (*Aira praecox*). Sie benötigt zum Keimen im Spätherbst offene Böden wie sie primär auf alternden Weißdünen und im Pionierstadium des **Violo-Corynephoretum canescens** vorkommen und sekundär durch Vertritt, Verbiß und sonstige mechanische Belastung in älteren Trockenrasen entstehen.

Am Bottsand kennzeichnet das **Carici-Airetum praecocis** stark mechanisch beanspruchte Sandtrockenrasen wie die außerhalb des Naturschutzgebietes gelegenen Trockenrasen am Badestrand. Der Sandboden ist bereits durch eine niedrige Vegetation festgelegt, trocknet im Sommer aus und wird von Freizeitgästen stark vertreten, so daß die Vegetation bis zum Herbst viele offene Stellen aufweist. Auf diesen keimt *Aira praecox* im Herbst, wenn der Boden wieder feucht genug ist. Über Winter regeneriert sich die Vegetation und erscheint im Frühjahr als etwa 5 cm hoher, fast geschlossener Rasen, in dem *Aira praecox* dominiert. Im April blüht *Aira* und hat bis zum Frühsommer bereits Früchte gebildet. Die abgestorbenen, strohfarbenen Blattscheiden von *Aira* bilden den Sommeraspekt der Kleinschmielenrasen. Im Naturschutzgebiet markiert das **Carici-Airetum praecocis** den Weg zur Vogelwärterhütte, die breiteren Kaninchenwechsel und die Region um die Kaninchenbauten sowie kurz abgefressene Trockenrasen.

Da *Aira praecox* in allen trockenen Vegetationstypen vorkommt, wurde eine Mindestdeckung der Art von 5 % festgelegt, ab der eine Vegetationsaufnahme der Gesellschaft zugeordnet wurde. Die zweite Art der Gattung, die Nelken-Haferschmiele (*Aira caryophyllea*), ist im Untersuchungsgebiet selten, kommt aber unmittelbar benachbart an offeneren Stellen des Halbtrockenrasens auf dem Deich stellenweise in großer Menge vor. Aufnahme 25 wurde zu den Kleinschmielenrasen gestellt, obwohl *Aira praecox* nur mit geringer Deckung vorkommt. Mit *Filago minima* tritt hier jedoch eine Art auf, die an ähnlich stark mechanisch belasteten Standorten wie die *Aira*-Arten vorkommt, z. B. auf den geschotterten Parkplatzflächen der Marina oder den kleinen Strandwällen auf der gepflasterten Uferpromenade vor Stein.

Am Badestrand lassen sich fließende Übergänge zu benachbarten Gesellschaften beobachten. An offenen, stark bewegten Sandböden zwischen Dünen und Strandwall geht das **Carici-Airetum praecocis** in einen *Corynephorus canescens*- und *Carex arenaria*-dominierten Rasen über. Auf kiesreichen Trockenrasen, in denen *Aira praecox* dominiert, aber auch *Festuca ovina* zum Teil hohe Deckungen erreicht, erfolgt der Übergang zum Schafschwingel-Rasen, zum Deich hin stellenweise auch zur trockenen Ausbildung des Breitwegerich-Trittrasens.

Ein wichtiger Unterschied zwischen dem **Carici-Airetum** des Badestrandes und dem vergleichbaren **Violo-Corynephoretum cladonietosum** innerhalb des Naturschutzgebietes liegt im Entwicklungszustand der Flechten. Auf den betretenen Trockenrasen sind nur Grundthalli

weniger Becherflechten ausgebildet, denen Podetien (Fruchtkörper, Becher) fehlen. Die häufigste Flechte am Badestrand ist *Cetraria aculeata*, eine Art, die nur locker im Boden verankert ist und vom Wind verbreitet werden kann. Sie sammelt sich in kleinen Sandmulden oder im Schutz von Pflanzenpolstern am Badestrand an und kann dort weiterwachsen. Im **Carici-Airetum** sind niedrigwüchsige Arten wie *Rumex acetosella*, *Trifolium arvense*, *Galium verum*, *Taraxacum lacistophyllum*, *Teesdalia nudicaulis*, *Spergularia rubra*, *Aphanes arvensis* und *Armeria maritima* sogar häufiger als in den geschlossenen Trockenrasen des Naturschutzgebietes. Besonders hingewiesen sei auf *Bromus hordeaceus* ssp. *thominii* (Nr. 16; 17; 23), einem niederliegenden Gras der atlantischen Küstentrockenrasen, das bisher bei Kartierungen (z. B. RAABE 1987) selten oder gar nicht berücksichtigt wurde und dessen Verbreitung daher ungenügend bekannt ist. In der "Neuen kritischen Flora" von CHRISTIANSEN (1953) gibt es nur wenige Fundortangaben für Schleswig-Holstein, darunter vom Bottsand mit Herbarbeleg. Die nur wenigen eigenen Funde der Art an der schleswig-holsteinischen Ostseeküste vom Graswarder, Westermarkelsdorf/Fehmarn, Putlos und Mühlenbruchau-Mündung lassen eine Platzierung in der Roten Liste Schleswig-Holsteins als gefährdet (RL 3) angebracht erscheinen.

Das **Carici-Airetum praecocis** ist von RAABE (1962) und RAABE (1973) für den Bottsand nicht beschrieben worden. Die heutigen Flächen der Gesellschaft wurden von RAABE (1973) noch als vegetationslos oder als mit einer schütteren Vegetation von 2–60 % Deckung beschrieben, in denen *Aira praecox* völlig fehlt. Seitdem der Strom der Freizeitbesucher auf Böhlenwegen zum Strand gelenkt wird, hat sich die Vegetation auf den Trockenrasenflächen nahezu flächendeckend erholt, und der dortige Kleinschmielenrasen stellt eine Bereicherung der Vegetation des Bottsandes dar.

Die Kleinschmielenrasen Mitteleuropas sind eingehend von ROSSKAMP (1992) synsystematisch verglichen worden. Demnach lassen sich die Kleinschmielenrasen des Bottsandes einer bisher von den West- und Ostfriesischen Inseln und aus dem Emstal beschriebenen typischen *Carex arenaria*-Variante zuordnen, von denen sie sich im wesentlichen durch das Vorkommen von *Festuca ovina* ssp. *ovina* unterscheiden. *Festuca ovina* differenziert die Bestände des Bottsandes auch von der *Festuca filiformis*-Variante des **Carici-Airetum praecocis**, die TÜRK (1991) von Amrum beschrieben hat.

Aira praecox unterliegt jährlichen, vor allem witterungsbedingten Populationsschwankungen. So schreibt KRAUSCH (1968), der die Gesellschaft für Brandenburg beschrieben hat: "Milde Winter und regenreiche Frühjahrs- und Sommermonate fördern, strenge Winter und trockene Sommer hemmen dagegen ihre Entfaltung. So ist die Gesellschaft mitunter jahrelang nicht oder nur fragmentarisch entwickelt, während sie in günstigen Jahren an den gleichen Stellen in großen Beständen zu finden ist." In Schleswig-Holstein sind die Witterungsschwankungen zwar nicht so ausgeprägt wie im subkontinentaleren Brandenburg, doch konnte KELLER (1995, mündl. Mitt.) auf einem Sandtrockenrasen bei Warder (Kreis Rendsburg) ähnliche Bestandsschwankungen von *Aira praecox* beobachten. Dort war *Aira praecox* im feuchtem Frühjahr 1995 weit verbreitet, während sie im Jahr 1994 mit einem trockenen Frühjahr nur an wenigen Stellen vorkam. Daher

wird auch für den Bottsand angenommen, daß sich 1995 die *Aira praecox*-Population im Vergleich zu anderen Jahren überdurchschnittlich gut entwickelt hat.

4.6.2.3/4 Nitrophytische Sandtrockenrasen-Strandwall-Gesellschaften (Tab. 12; 1-30)

In Tabelle 12 werden die Vegetationstypen der jungen, festgelegten Strandwälle zusammengefaßt, die sich in der Pionierphase der Sukzession zum Schaf-Schwingel-Trockenrasen befinden. Die Arten der Sandtrockenrasen (**Koelerio-Corynephoreta**) *Sedum acre*, *Carex arenaria*, *Aira praecox* und *Cerastium semidecandrum* und die Moose *Brachythecium albicans*, *Ceratodon purpureus* werden einerseits von nitrophytischen Arten der Spülsäume (**Cakiletea**) und Flutrasen (**Agropyro-Rumicion**), andererseits von den Dünenarten *Ammophila arenaria* und *x Calammophila baltica* begleitet. Während der höchsten winterlichen Sturmfluten werden marine und terrestrische organische Materialien auf den Strandwällen abgelagert, so daß dank des Nährstoffeintrags nitrophytische Arten wie *Rumex crispus*, *Elymus x acutus*, *Elymus repens*, *Tripleurospermum perforatum* und *Atriplex prostrata* neben Trockenrasenarten vorkommen. In der obersten Bodenschicht bildet sich ein deutlicher humoser Horizont (Ah) aus.

4.6.2.3 *Sedum acre*-Gesellschaft – Mauerpfeffer-Strandwall-Gesellschaft (Tab. 12; Nr. 1-7)

Sedum acre-reiche Küstentrockenrasen sind an der Nord- und Ostsee nicht selten. Auf den höhergelegenen, alternden Kiesstrandwällen des Bottsandes bildet der Scharfe Mauerpfeffer (*Sedum acre*) stellenweise dichte Polster. Im Frühjahr sind die violetten Blüten der Dünen-Stiefmütterchen (*Viola tricolor* ssp. *cutisii*) und im Sommer die leuchtend gelben Mauerpfeffer-Blüten aspektbestimmend. *Viola tricolor* ssp. *cutisii* ist in den im Herbst durchgeführten Vegetationsaufnahmen stark unterrepräsentiert. Die häufigsten Kryptogamen des Vegetationstyps sind *Cladonia humilis*, *Cladonia pyxidata*, *Tortula ruralis*, die Gattung *Bryum* und vor allem *Brachythecium albicans*. Aus der Pionierphase der Strandwall-Besiedlung hat sich auf den konkurrenzarmen Kiesflächen auch *Honckenya peploides* halten können.

1962 hat RAABE keine *Sedum acre*-reichen Strandwall-Gesellschaften kartiert. Die heutigen Standorte sind erst zu Beginn der siebziger Jahre entstanden.

Von der Insel Neuwerk geben TÜXEN et al. (1957) drei Vegetationsaufnahmen einer *Sedum acre-Brachythecium albicans*-Gesellschaft an, die denen vom Bottsand ähneln. Neben *Sedum acre* und *Brachythecium albicans* kommen auch dort *Cerastium semidecandrum*, *Poa humilis*, *Festuca rubra*, *Rumex acetosella*, *Ceratodon purpureus*, *Carex arenaria* und *Sagina maritima* vor. Weitere ähnliche Aufnahmen TÜXENS von der Nordsee werden bei PREISING et. al. (1990) zur Strandmastkraut-Flur als *Sagino maritimae-Cochlearietum danicae sedetosum acris* gestellt. PASSARGE (1964) faßt die *Sedum acre-Brachythecium albicans*-Gesellschaft der Ostseestrände als verarmte östliche Ausbildung des atlantischen *Tortulo-Phlegetum arenarii* auf.

Ausführlich hat MÖLLER (1975) die *Festuca rubra*-Strandwälle der Ostsee untersucht und versucht, sie ökologisch und floristisch als eigene Gesellschaft *Elymo-Achilleetum* zu beschreiben. Innerhalb dieser Gesellschaft unterscheidet er eine Subassoziation von *Sedum acre*, der sich die Bottsand-Gesellschaft zwanglos zuordnen läßt, obwohl die namensgebenden Arten

der Gesellschaft *Achillea millefolium* gar nicht und *Leymus arenaria* nur spärlich vorkommen. Da Möllers Gesellschaft zwar eine typische Artenkombination für die Strandwälle aufweist, aber die Kennarten gleichzeitig Kenntaxa anderer Klassen sind, wird die *Sedum acre*-Gesellschaft des Bottsands hier ranglos zum *Corynephorion canescens* gestellt.

4.6.2.4 Koelerio-Corynephoreta-Basalgesellschaft – junge Strandwall-Trockenrasen (Tab. 12; Nr. 8–30)

Die jungen, festgelegten Strandwälle sind einerseits durch das kiesig-steinige marine Ausgangsmaterial mit ungünstigem Wasserhaushalt charakterisiert, andererseits noch basisch und nährstoffreich, wodurch sowohl Trockenrasenarten als auch nitrophytische Spülsaum- und Flutrasenarten nebeneinander vorkommen. Besonders auf niedrigen Strandwällen und im Übergangsbereich zwischen Flutrasen und Strandwallkuppen oder auf ehemaligen Tangwällen erreichen nitrophytische Arten gegenüber Arten der Trockenrasen einen beachtlichen Deckungsanteil. Die stetigsten Trockenrasenarten sind Kennarten der Klasse **Koelerio-Corynephoreta** oder der Ordnung **Corynephoreta**, so daß die Vegetationsaufnahmen zur Basalgesellschaft der **Koelerio-Corynephoreta** zusammengefaßt werden.

Mit zunehmendem Alter geht der Anteil nitrophytischer Arten zurück. Wenn es im Boden zu Humusakkumulation kommt, stellen sich die bevorzugt Rohhumus besiedelnden Moose *Dicranum scoparium*, *Hypnum jutlandicum* und *Pleurozium schreberi* ein. Diese werden hier als Trennarten zwischen den noch nitrophytischen Strandwalltrockenrasen (**Agropyro-Rumicion**-Variante, Tab. 12; Nr. 18–30) und den schon gealterten, aber noch nicht von *Festuca ovina* ssp. *ovina* besiedelten Trockenrasen (*Dicranum scoparium*-Variante, Tab 12; Nr. 8–17) aufgefaßt.

Die **Agropyro-Rumicion**-Variante des **Koelerio-Corynephoretum** ist auf die 10–40-jährigen Strandwälle und den 1973 aufgeschütteten Werftstrand beschränkt. Es gibt etliche meist nitrophytische Arten, deren Vorkommen auf dem Bottsand auf diesen heterogenen Vegetationstyp der Strandwall-Trockenrasen beschränkt ist, wie *Heracleum sphondylium*, *Calystegia sepium*, *Rumex palustris*, *Rumex maritimus*, *Oenothera biennis* und *Urtica dioica*.

Die unter Nr. 28–30 zusammengefaßten Aufnahmen vom Werftstrand stimmen gut mit dem von MÖLLER (1975) beschrieben **Elymo-Achileetum** überein. Aufnahme Nr. 29 mit dem einzigen größeren *Leymus arenarius*-Bestand des Bottsands am Werftstrand leitet zum **Potentillo-Elymetum arenariae** über, das TÜRK (1991) von Amrum und HALLBERG (1971) aus Südschweden beschrieben hat.

Elymus x acutus ist die steteste Art des Vegetationstyps, jedoch auf den trockenen Strandwällen wenig vital. RUNGE (1989) hat in Dauerquadratuntersuchungen auf Juist und Baltrum bei ausbleibender Übersandung eine Artendominanzverschiebung von *Elymus x acutus* zu *Festuca rubra* festgestellt. Entsprechendes kann eingeschränkt auch für den Bottsand angenommen werden, zumal *Festuca rubra* meist in hoher Deckung auf den Strandwällen vertreten ist. Die Gefäßpflanzen insgesamt erreichen allerdings oft nur etwa 75 % Deckung. Dagegen sind die konkurrenzschwachen Kryptogamen mit teilweise hohen Deckungen vertreten, so daß eher die allgemeinen Wachstumsbedingungen auf den Trockenrasen für *Elymus x acutus*

als ungünstig einzustufen sein dürften. Bestände, in denen *Elymus x acutus* und Arten des Verbandes **Agropyro-Rumicion** hohe Deckungen erreichen, werden als *Elymus x acutus*-Gesellschaft (4.4.2.1) zu den Flutrasen (**Agropyro-Rumicion crispī**) gestellt.

4.6.2.5 Galio veri-Festucetum ovinae Hallberg 1971 – Labkraut-Schafschwingel-Sandtrockenrasen (Tab. 13 Nr. 1-55)

Das **Galio veri-Festucetum ovinae** ist an der schleswig-holsteinischen Ostseeküste verbreitet (MÖLLER 1975). Es wurde erstmals von HALLBERG (1971) auf Schalenablagerungen an der schwedischen Westküste beschrieben. Genaue Angaben zur Verbreitung der Gesellschaft sind derzeit jedoch nicht möglich, da die Verbreitung der Kennart *Festuca ovina* ssp. *ovina* aus der *Festuca ovina*-Gruppe nicht ausreichend geklärt ist (vgl. DENGLER 1996). HALLBERG gibt *Viola tricolor* ssp. *curtisii*, *Armeria maritima* ssp. *maritima* und *Carex arenaria* als weitere charakteristische Arten der Gesellschaft an.

Auf den alten Strandwällen im Naturschutzgebiet ist das **Galio veri-Festucetum ovinae** die häufigste Gesellschaft der Trockenrasen. Seit der Einzäunung des Naturschutzgebietes 1961 hat sich auf dem Bottsand eine dichte Vegetation aus *Festuca ovina* ssp. *ovina*, *Carex arenaria* und den Moosen *Dicranum scoparium* und *Hypnum cupressiforme* var. *lacunosum* ausgebildet, die nur stellenweise etwas lückiger ist und dort den Blumen der Trockenrasen *Galium verum*, *Viola tricolor* ssp. *curtisii*, *Jasione montana*, *Rumex acetosella*, *Taraxacum officinale* und *Trifolium arvense* Raum bietet.

Das **Galio veri-Festucetum ovinae** auf dem Bottsand lässt sich gliedern in eine *Cladonia*-Subassoziation (**Galio veri-Festucetum ovinae cladonietosum**, Nr. 1-6) im Übergang zum **Corynephoretum** oder **Carici-Airetum praecocis**, eine Übergangsphase zum **Elymo-Ammophiletum festucetosum** mit höherer Deckung von *Ammophila arenaria* und *x Calammophila baltica* (**Galio veri-Festucetum ovinae ammophiletosum**, Nr. 21-55) und eine typische Subassoziation, dem **Galio veri-Festucetum ovinae typicum** (Nr. 7-20).

Die Gesellschaft entwickelt sich als Altersphase sowohl auf Dünen als auch auf Strandwällen. In der Dünenserie folgt das **Galio veri-Festucetum ovinae** dem **Violo-Corynephoretum canescens** (4.6.2.1) oder geht in nicht mehr übersandeten *Ammophila*-Altdünen oft über eine *Carex arenaria*-beherrschte Variante aus dem **Elymo-Ammophiletum festucetosum** (4.6.1.2) hervor. In der Strandwallserie entsteht der Schafschwingelrasen aus einer *Festuca rubra*- und *x Calammophila baltica*-reichen kennartenlosen Trockenrasen-Basalgesellschaft (4.6.2.4) oder aus der **Sedum acre**-Gesellschaft (4.6.2.3). Am Badestrand, also bei mechanischer Belastung durch Vertritt, lässt sich auch ein Übergang vom **Carici-Airetum praecocis** in den Schafschwingelrasen beobachten.

An einer Stelle der Dünenserie sind noch Reste einer *Calluna*-Heide im Altersstadium zu finden. Der Vegetationstyp unterscheidet sich im wesentlichen durch eine hohe Deckung von *Calluna vulgaris* von dem **Galio veri-Festucetum ovinae** und könnte als dessen *Calluna*-Variante betrachtet werden (vgl. 4.7.1).

Im *Festuca ovina*-Altersstadium der Dünenserie können um 10 cm dicke Rohhumusauflagen den Boden bedecken. Der pH-Wert des Bodens liegt bei 6; entsprechend ist der Boden CaCO₃-frei (MÖLLER 1975). Die Böden des Vegetationstyps sind Regosole. Im Vergleich mit der Nordseeküste ersetzt das **Galio veri-Festucetum ovinae** am Bottsand weitgehend das Heidestadium.

Das **Galio veri-Festucetum ovinae** hat sich seit 1962 weiter auf den alternden Strandwällen und Dünen ausgebreitet. Die jüngsten von *Festuca ovina* ssp. *ovina* besiedelten Standorte auf dem Bottsand sind derzeit die Sandtrockenrasen des Strandwalls von 1970 um den Holunderbusch.

Eine ähnliche Gesellschaft ist das **Festuco-Galietum veri** Br.-Bl. et De Leeuw 1936 der friesischen Inseln, in dem *Festuca filiformis* und *Festuca rubra* ssp. *arenaria* die diagnostisch wichtigen Arten sind (WESTHOFF et al. 1993). *Festuca filiformis* wird an der Ostsee weitgehend durch *Festuca ovina* ssp. *ovina* ersetzt, so daß das **Galio-Festucetum ovinae** der Ostseeküste an der Nordsee selten oder nicht anzutreffen ist. Das von RAABE (1950) von Fehmarn angegebene **Festuco-Galietum veri** mit "*Festuca filiformis*" entspricht der **Galium verum-Festuca ovinae**-Gesellschaft von MÖLLER und beruht möglicherweise auf einer Verwechslung, da RAABE sich hier vermutlich nach der Erstbeschreibung der Gesellschaft von Ameland durch BRAUN-BLANQUET & DE LEEUW (1936) gerichtet hat.

4.7 Calluno-Ulicetea Br.-Bl. et R. Tx. 1943 – Zwergstrauchheiden

Heute hat sich allgemein die Ansicht durchgesetzt, daß die großflächige Ausbreitung mitteleuropäischer Heiden erst unter dem Einfluß des Menschen begann. Nachdem die Wälder auf armen Sandböden gerodet und die Felder unfruchtbar geworden waren, entstanden vielerorts Zwergstrauchheiden, die nur noch als Schaf- oder Bienenweide genutzt werden konnten. Diese somit anthropo-zoogenen Heiden waren besonders im Binnenland auf der Geest weit verbreitet. Stabile natürliche Tiefland-Heidegesellschaften sind auf Moore, saure Anmoor- und Torfböden oder arme Sandböden und Felsstandorte beschränkt. Instabile Heiden, auf die in der Sukzession Baumwuchs folgt, sind die windexponierten Küstenheiden, Heiden auf sauren Küstendünen der Nord- und Ostseeküste, auf offenen Sandplätzen des Binnenlandes und in Hochmoorkomplexen (vgl. HÜPPE 1993).

Heidegesellschaften kennzeichnen in der Dünentwicklung an der Nordseeküste die Braundünen, das Endstadium der klassischen Dünenserie. An der Ostseeküste wird diese Entwicklung für das NSG Weißenhäuser Brök an der Hohwachter Bucht von HELLFELDT (1981) dokumentiert, kann aber für die jungen Dünen des Bottsandes noch nicht beschrieben werden. RAABE (1964, 1981a) hat die windexponierten Küstenheiden der Nordsee als urwüchsige Heiden und natürliche Dauergesellschaften betrachtet und sie den Küstenheiden der Ostsee gegenübergestellt, die nur ein Durchgangsstadium zwischen Graudünen und späterer Bewaldung darstellten.

4.7.1 *Calluna vulgaris*-Gesellschaft – Heidekraut-Gesellschaft (Tab. 13 Nr. 56–59)

Die Heideentwicklung auf den Dünen und übersandeten Strandwällen der Ostsee wird von *Calluna vulgaris* eingeleitet; die in Küstenheiden der Nordsee verbreitete Krähenbeere (*Empetrum nigrum*) dagegen ist selten und kommt eher in alten Heiden vor (RAABE 1981a). In der Probstei hat es alten Berichten zufolge größere Heideflächen gegeben (2.4), von denen heute nur noch Relikte bei Heidkate (MÖLLER 1975) und auf dem Bottsand zu finden sind. Zwar gibt RAABE (1964) den Bottsand als Gebiet natürlich entwickelter Küstenheiden an, doch scheint die Heide-vegetation so spärlich gewesen zu sein, daß sie auf der Vegetationskarte von 1962 nicht berücksichtigt wurde.

In RAABES Vegetationsaufnahmen von 1962 ist *Calluna vulgaris* in nur einer Aufnahme mit Deckungen über 1% angegeben, die daher mit den für RAABE typischen genauen Prozentzahlen hier wiedergegeben werden soll: Gesamtdeckung 100 %, *Calluna vulgaris* 25 %, *Festuca ovina* 20 %, *Dicranum scoparium* 20 %, *Cladonia silvatica* (= *C. arbuscula* agg.) 15 %, *Hieracium pilosella* 8 %, *Carex arenaria* 5 %, *Campanula rotundifolia* 5 %, *Cladonia portentosa* 3 %, *Ammophila arenaria* 2 %, *Cladonia foliacea* 2 %, *Viola canina* 2 %, *Trifolium arvense* 1 %, *Jasione montana* 1 %, *Cetraria aculeata* 1 %, *Polytrichum juniperinum* 1 %, *Polytrichum piliferum* +, *Cladonia furcata* +, *Cladonia mitis* (= *C. arbuscula* agg.) +, *Peltigera canina* (Anm. Verf.: wahrscheinlich *P. hymenina*) +, *Rumex acetosella* +, *Agrostis capillaris* +, *Plantago maritima* +, *Galium verum* +, *Anthoxanthum odoratum* r, *Achillea millefolium* r.

Die Vegetationsaufnahme RAABES lag mutmaßlich auf der ehemaligen Heidefläche zwischen Kiesentnahmestelle und FKK-Strand, die inzwischen infolge des Küstenversatzes von einer landeinwärts verlagerten Düne übersandet worden ist (BEHMANN & OHLSEN 1994). Vom heutigen Standort der Heide gibt es keine älteren Vegetationsaufnahmen. BEHMANN schätzt 1979 diesen Heidebestand auf dem Nehrungshaken von 1925 auf 200 m² (BEHMANN 1990). Die vier Vegetationsaufnahmen von 1995 sind der Aufnahme von 1962 durchaus ähnlich. Entscheidende Unterschiede sind jedoch die höhere Deckung der Moose *Dicranum scoparium*, *Pleurozium schreberi* und *Hypnum jutlandicum*, die dichte Polster bzw. Decken bilden, wodurch eine Verjüngung von *Calluna* erschwert wird. Die alten, von Kaninchen kurzgefressenen Heidepflanzen fallen erst auf den zweiten Blick in der hohen Vegetation auf. Das Vegetationsbild wird vor allem von *Carex arenaria*, x *Calamophila baltica*, *Ammophila arenaria* und *Festuca ovina* bestimmt, so daß die Heide den Eindruck eines zusammenbrechenden Altersstadium vermittelt. Möglicherweise haben sich die Heidekrautpflanzen schon vor Einzäunung des Naturschutzgebietes auf etwas offeneren Böden entwickeln können. Ein großflächiger Übergang des **Galio veri-Festucetum ovinae** zu einer Heidegesellschaft ist bei der derzeitigen hohen Vegetationsdichte eher unwahrscheinlich.

Flächen, auf denen sich *Calluna* neu ansiedeln könnte, sind auf die von Kaninchen hervorgerufenen offenen Störstellen um Bauten und Scharstellen beschränkt. Die derzeitige Heidefläche auf dem Bottsand ist so klein, daß Hinweise auf eine künftige Bewaldung der Heide (RAABE 1981a) nicht erkennbar sind. Sollte der kümmernde Heidebestand in den kommenden

Jahren erloschen, so wird wahrscheinlich das **Galio veri-Festucetum ovinae** wieder den Standort besiedeln. Eine Bohrstock-Bodenprobe in der Heidefläche ergab eine 12 cm mächtige versandete Rohhumusaflage und einen 33 cm mächtigen Ah-Horizont auf Sand (vgl. 5.1 Transekt I; 98m). Der Boden wurde als Regosol angesprochen.

Die *Calluna vulgaris*-Gesellschaft auf dem Bottsand lässt sich floristisch nur schwer einer Assoziation der Zwerstrauchheidegesellschaften **Calluno-Ulicetea** zuordnen. DIERSSEN (1993) macht den Vorschlag, derartige Bestände als *Calluna*-beherrschte Basalgesellschaft der **Calluno-Ulicetalia** R. Tx. zu führen, dem hier gefolgt wird. HELLFELDT (1981) stellt die dem Bottsand nahestehenden großflächig ausgebildeten Heiden am Weißenhäuser Brök als verarmte Variante zum **Genisto-Callunetum**, einer binnennördlichen subozeanischen Heidegesellschaft, während MÖLLER (1975) sie als ranglose Gesellschaft führt. Laut PASSARGE (1964) steht die Gesellschaft einem **Genistetum pilosae** (*Genisto pilosae-Callunetum*) nahe, das sich aber auch als subatlantische Variante dem eu-atlantischen **Genisto anglicae-Callunetum** zuordnen lässt. *Genista*-Arten fehlen auf dem Bottsand. Die in den atlantischen Küstenheiden verbreitete Krähenbeere (*Empetrum nigrum*) kommt auf dem Bottsand nicht oder nicht mehr vor. MENKE (1969) konnte bei pollenanalytischen Untersuchungen der Salzrasentorfe des Bottandes in der obersten Bodenschicht *Empetrum*-Pollen nachweisen. Eine weitere Verbreitung von *Empetrum nigrum* in den alten Strandheiden der Kolberger Heide im letzten Jahrhundert ist somit durchaus wahrscheinlich.

4.8 Initialstadien der Bewaldung auf dem Bottsand

Waldgesellschaften sind in Mitteleuropa die vorherrschenden Dauergesellschaften terrestrischer Lebensräume. An der Ostseeküste kann die Bewaldung alter Dünen und Strandwälle beispielhaft im NSG "Bewaldete Düne von Noer" an der Eckernförder Bucht beobachtet werden. Auf dem Bottsand ist mittelfristig zumindest stellenweise mit einer Verbuschung zu rechnen, wenn menschliche Eingriffe unterbleiben würden. Eine Bewaldung ist jedoch nicht absehbar. Die Sukzessionsserie von *Festuca ovina*-reichen Strandwällen und Dünen führt nach MÖLLER (1975) zu einem *Deschampsia flexuosa-Quercus robur*-Wald. Bezeichnende Arten dieses Waldtyps sind nach MÖLLER *Calamagrostis epigejos*, *Agrostis capillaris*, *Dryopteris dilatata*, *Dryopteris carthusiana*, *Polypodium vulgare* und *Deschampsia flexuosa*. In Altdünen und auf den Strandwällen des Bottandes kommen diese Arten vor, und *Deschampsia flexuosa* baut sogar an einer Stelle im **Galio veri-Festucetum ovinae** einen größeren Bestand auf (Tab. 13: Nr. 15; 18).

Unter den ersten Gehölzen, die sich auf dem Bottsand etabliert haben, sind drei etwa 1 m hohe *Crataegus monogyna*-Sträucher sowie je ein bereits blütentragender Strauch der Wildrosen *Rosa corymbifera* ssp. *corymbifera*, *Rosa subcollina* und *Rosa canina* var. *dumalis* zu nennen. Mit Ausnahme von *Rosa subcollina* sind sie schon in der Vegetationskarte von 1962 verzeichnet. Die neophytische *Rosa rugosa* hat sich von den Sträuchern am besten ausbreiten können, wurde aber als standortsfremde Art ab 1985 durch Pflegemaßnahmen im Bestand stark reduziert. Weitere, schon strauchförmige Gehölze im jüngeren Bottsandbereich hinter der Vogelwärterhütte sind ein kleines Schlehengebüsch mit *Prunus spinosa* var. *coetanea* in einem *Epilobium angustifolium*-

Bestand in der Nähe der feuchten Dünentälchen und ein etwa 2 m hoher Holunderstrauch (*Sambucus nigra*) auf einem Dünenwall vom Beginn der siebziger Jahre. Schließlich wächst auf dem am höchsten gelegenen Strandwall am Badestrand eine kleine Weidengruppe aus *Salix aurita*, *S. cinerea*, *S. x multinervis* und *S. repens* mit einem kleinen Holunder im Unterwuchs.

Der Bottsand ist weit von einem Waldstadium entfernt. Als einziger nennenswerter Baum kommt in den Altdünen eine kaum meterhohe verkümmerte Esche (*Fraxinus excelsior*) vor. Die meisten in den Dünen und Trockenrasen aufkeimenden Gehölze gehen nach kurzer Zeit wieder ein, so daß auch längerfristig keine Verbuschung der Trockenrasen durch einheimische Gehölze zu erwarten ist. Allein *Rosa rugosa* zeigt das Potential, die sommertrockenen und bei hohen winterlichen Sturmfluten überschwemmten Trockenrasen großflächig zu besiedeln.

In den feuchten, aussüßenden Dünensenken scheint die Verbuschung mit Weiden schneller voranschreiten zu können. So standen in der großen, südwestlich der Vogelwärterhütte gelegenen Dünensenke 1995 zwei größere *Salix cinerea*-Sträucher und zahlreiche kleine *Salix cinerea*-, *S. x multinervis*- und *S. pentandra*-Jungpflanzen, sowie eine 2 m hohe *Betula pendula*. Jedoch können ständig Rückschläge in der Besiedlung mit Gehölzen eintreten. Zum Beispiel fielen dem spätsommerlichen Hochwasser am 27.8.1989 mit 1,70 ü. NN etliche der bis dahin angesiedelten Holzgewächse (*Alnus glutinosa*, *Populus tremula*, *Rosa canina*, *Betula* und einige Weiden) zum Opfer (BEHMANN & OHLSEN 1994). Der größte Baum im Untersuchungsgebiet ist eine etwa 4 m hohe Schwarz-Erle (*Alnus glutinosa*) am künstlich aufgeschütteten Werftstrand. Dort kommt auch ein verwilderter Apfel (*Malus domestica*) vor. Bei einer vom Menschen unbeeinflußten Entwicklung würde aus der Bottsandlagune, die nur durch die künstlich offengehaltene Hafenausfahrt mit der Ostsee in Kontakt steht, ein allmählich verlandender Strandsee werden, an dessen Ufer sich Grauweidengebüsche ansiedeln könnten, wie dies beispielsweise am Barsbeker See zu sehen ist.

Außer den schon genannten Gehölzen kommen *Berberis vulgaris*, *Prunus serotina* juv., *Prunus avium* juv., *Rubus idaeus* und *Rubus caesius* sowie junge Rosen vor. Zu den inzwischen wieder abgestorbenen Gehölzen des Bottsandes gehören *Quercus robur* juv., *Acer spec.* juv., *Malus sylvestris*, *Prunus spinosa* ssp. *spinosa* und *Rubus fruticosa* agg. sowie ein alter Rosenstrauch.

5 Transekte

Die Vegetation spiegelt standörtliche Unterschiede im Relief, in den Bodeneigenschaften, dem Wasserhaushalt und Salzgehalt wider. Anhand zweier Transekten quer über den Bottsand wird die Zonierung der Vegetation vom Ostseestrand über Dünen und Strandwälle bis zu den Salzrasen und Röhrichten auf der Boddenseite dokumentiert.

In den Abbildungen 10 und 11 sind für das jeweilige Transekt die Deckung der häufigsten Arten dargestellt. Eine vollständige Artenliste der jeweiligen Vegetationsabschnitte ist den Vegetationstabellen Tab. 14 und 15 (Anhang) zu entnehmen. Ergebnisse von Bodenuntersuchungen entlang des Transektes charakterisieren die unterschiedlichen Standortbedingungen der Pflanzengesellschaften. Hierzu werden die Transekten nach Pflanzengesellschaften in Abschnitte gegliedert und die Veränderungen in der Vegetation abschnittsweise beschrieben.

5.1 Transekt I

Transekt I ist 382 m lang und präsentiert die Vegetation im älteren Teil des Bottsandes mit alten Dünen, *Festuca ovina*-Trockenrasen auf Dünensanden und Strandwällen, einer kleinen Dünen-Heide, einem Flutrasen in einer Strandwallniederung und alten Salzrasen auf Salztorfen sowie Brackwasserröhrichten (Abb. 10).

Transektmeter 0–31:

Boden: Lockersyrosem

Vegetationsloser Strandabschnitt von der Nulllinie bis zum Dünenfuß 1,96 m ü. NN; gehört zum FKK-Strand.

Transektmeter 31–35:

Vegetationstyp: **Elymo-Ammophiletum arenariae**

Boden: Lockersyrosem über altem Ah. Bodenprofil bei Transektmeter 35; 3,00 m ü. NN.

Horizont	Tiefe [cm]	pH	GV %	Beschreibung:
Ai-C	-70	7,5	0	kaum durchwurzelter Dünensand
C	-93	7	0,2	Dünensand über altem Ah
fAh	-100	6,7	0,6	humoser Sand eines alten Ah

Zwischen 31 m und 32 m ist ein schmaler Streifen von *Ammophila arenaria*-Vordünen aufgebaut. Der Dünenkamm selbst hat eine Höhe von 3,08 m und gehört zu einer alten, festgelegten Düne, die bei Sturmfluten strandwärts der Erosion ausgesetzt ist. Dicht hinter der Abbruchkante tritt *Carex arenaria* auf nur schwach übersandeten, festgelegten Dünen und Tockenrasen auf. Sie charakterisiert die Altersphase der Dünengesellschaft mit dem Übergang zum Trockenrasen.

Ammophila arenaria
 x Calammophila baltica
 Carex arenaria
 Ceratodon purpureus
 Aira praecox
 Festuca ovina ssp. ovina
 Dicranum scoparium
 Cladonia fimbriata
 Cladonia pyxidata agg.
 Cladonia ciliata
 Cladonia portentosa
 Calluna vulgaris
 Pleurozium schreberi
 Hypnum jutlandicum
 Viola tricolor ssp. curtissii
 Rumex acetosella
 Hypnum lacunosum
 Brachythecium albicans
 Poa pratensis
 Arrhenatherum elatius
 Cerastium holosteoides
 Elymus x acutus
 Elymus repens
 Cladonia furcata
 Cladonia rangiformis
 Sagina procumbens
 Rhytidadelphus squarrosus
 Holcus lanatus
 Cirsium arvensis
 Trifolium repens
 Poa humilis
 Potentilla anserina
 Lychnis flos-cuculi
 Eurhynchium praelongum
 Sagina nodosa
 Centaurium littorale
 Carex distans
 Hydrocotyle vulgaris
 Festuca rubra
 Agrostis stolonifera
 Glaux maritima
 Juncus gerardii
 Plantago maritima
 Phragmites australis
 Bolboschoenus maritimus

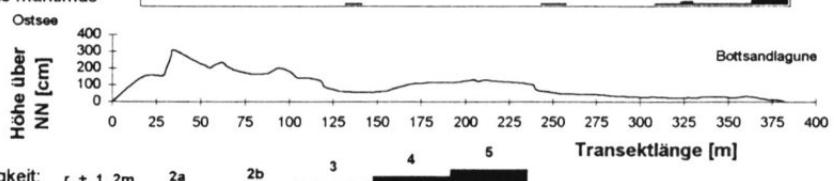
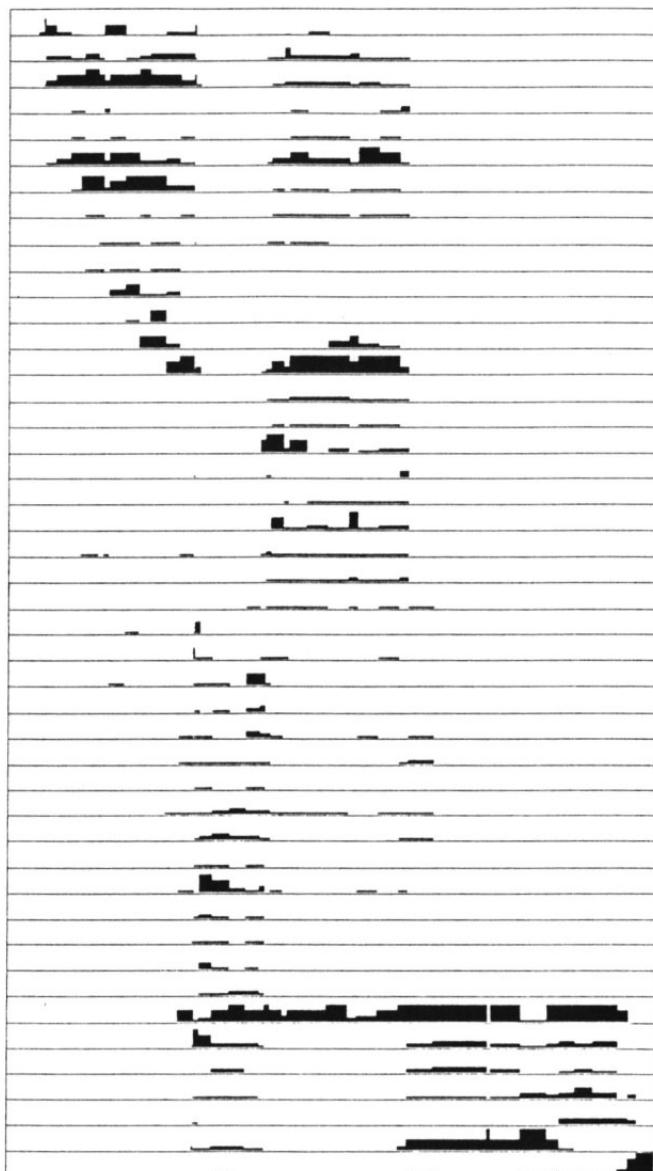


Abb. 10: Transekt über den Bottsand I

Ein humoser Horizont in einem Meter Tiefe weist auf einen übersandeten Trockenrasen hin. Der pH-Wert der obersten Dünensande ist mit 7,5 niedriger als in den jüngeren Dünensanden von Transekt II mit pH 8.

Transektrmeter 35–94:

Vegetationstyp: **Galio veri-Festucetum ovinae ammophiletosum**

Boden: Regosol auf Dünensand. Bodenprofil bei Transektrmeter 44; 2,30 m ü. NN.

Horizont	Tiefe [cm]	pH	GV %	Beschreibung:
Ah 1	-4	5,4	8,9	stark versandeter Rohhumus
Ah 2	-22	5,9	0,6	humoser Sand
I C	-70	5,4	0,2	sehr schwach humoser Sand
II C	-100	6,3	0,1	Kies

Mit abnehmender Übersandung bildet sich auf den festgelegten Dünensanden ein Trockenrasen mit mehr oder weniger dichter Vegetation aus. Nach *Carex arenaria* tritt schon zeitig in dem noch schwach übersandeten Bereich mit *Festuca ovina* eine Art der alten Trockenrasen auf. Sie ist hier ein Relikt aus einer Phase ohne stärkere Übersandung und deutet auf die allmähliche Wanderung der Dünen in die alten Trockenrasen hinein hin. Am empfindlichsten gegenüber Übersandung sind Moose und Flechten, die die alten Trockenrasen charakterisieren, in denen sich auch *Calluna vulgaris* ansiedeln kann.

Der Oberboden ist tiefreichend entkalkt, der pH-Wert gegenüber jungen Dünensanden um 2 Einheiten erniedrigt. Die in der Vegetation anfallende Streu wird kaum abgebaut, so daß im Oberboden Streuakkumulation einsetzt und sich ein schwarzer, durch Übersandung mineralreicher Rohhumushorizont ausbildet. Von der Genese her entspricht er einem Auflagehorizont (Of-Horizont) über dem eigentlichen schwachhumosen Ah-Horizont. Da ein Auflagehorizont jedoch per Definition einen Humusanteil von über 30 % aufweisen muß (SCHLICHTING et al. 1995), wird er als Ah 1 vom eigentlichen Ah 2 getrennt. Unter der 70 cm mächtigen Lage aus äolischem Dünensand befindet sich als marine Aufschüttung ein kiesiger Strandwall.

Transektrmeter 94–103:

Vegetationstyp: **Calluna vulgaris-Gesellschaft**

Boden: Regosol auf Dünensand. Bodenprofil bei Transektrmeter 98; 1,70 m ü. NN.

Horizont	Tiefe [cm]	pH	GV %	Beschreibung:
Ah 1	-12	4,7	12,5	stark versandeter Rohhumus
Ah 2	-55	5,0	1,1	humoser Sand
I C	-96	5,3	0,0	Sand
II C	-100	6,2	-	Kies

Ein über 12 cm mächtiger versandeter Rohhumus-Horizont mit niedrigem pH kennzeichnet diesen Heidestandort. Die bevorzugt auf Rohhumus wachsenden Moose *Dicranum scoparium* und *Pleurozium schreberi* erreichen hohe Deckungswerte. Die Heide wächst auf den Dünen eines Nehrungshakens, der sich etwa um 1900 ausgebildet hat.

Transektsmeter 103–120:

Vegetationstyp: **Galio veri-Festucetum ovinae ammophiletosum**

Boden: Regosol auf Dünensand. Bodenprofil bei Transektsmeter 114; 1,35 m ü. NN .

Horizont	Tiefe [cm]	pH	GV %	Beschreibung:
Ah 1	-4	5,7	10,8	stark versandeter Rohhumus
Ah 2	-15	5,1	4,7	humoser Sand
I C	-75	5,9	0,3	Sand
II C	-100	6,9	0,2	Kies

Bodenprofil und Vegetation sind ähnlich wie im Bereich der Transektsmeter 35–94 ausgebildet, so daß das **Galio veri-Festucetum ovinae** im Dünenbereich des Transektes von 0,90–2,90 m ü. NN vorkommt. Allerdings treten unterhalb 1,5 m ü. NN mit *Hypnum jutlandicum*, *Poa humilis*, *Festuca rubra*, *Cirsium arvense* und *Holcus lanatus* auch Arten feuchterer Standorte hinzu. Diese Arten werden im Übergang zu den Flutrasen häufiger. Die niedriger gelegenen Trockenrasen werden fast jährlich vom winterlichen Hochwasser überflutet.

Transektsmeter 120–163 und 241–256:

Vegetationstyp: **Poo humilis-Elymetum repantis**

Boden: Anmoorgley. Bodenprofil bei Transektsmeter 140 m; 0,56 m ü. NN.

Horizont	Tiefe [cm]	pH	GV %	Beschreibung:
Aa	-15	7,0	27,1	Anmoortorf
Gor	-40	6,7	1,5	brauner, humoser Sand mit lebenden Rhizomen
Gr	-70	6,5	0,2	grauer Sand, H ₂ S, Torfbänder bei 50; 57; 62 cm

Der Transektsabschnitt 120–163 schneidet die älteste Strandwallsenke auf dem Bottsand zwischen den um 1870 und 1900 entstandenen Nehrungshaken. Die Höhenzone zwischen 0,53 und 0,90 m ü. NN wird von einem Küstenflutrasen eingenommen, der an niedrig gelegenen Stellen auf Anmoortorfen fußt. Darunter liegen Sande, die von subfossilien Torfbändern mit Schilfrhizomresten durchzogen sind. Schilf kommt auch heute noch in einer kleinwüchsigen Form am Standort vor. Die Flutrasen im Übergangsbereich zum Trockenrasen sind aufgrund starker Kaninchenbeweidung so kurzrasig, daß dort niedrigwüchsige Arten wie *Sagina procumbens*, *Sagina nodosa*, *Centaurium littorale* und *Trifolium repens* wachsen können. Glykophytische Arten des Flutrasens sind *Potentilla anserina*, *Lychnis flos-cuculi*, *Poa humilis*, *Hydrocotyle*

vulgaris, *Carex nigra* und *Eurhynchium praelongum*. Weiterhin kommen mit *Carex distans*, *Juncus gerardii* und *Glaux maritima* auch Salzrasenarten vor. Dominante Gräser sind *Festuca rubra* und *Agrostis stolonifera*. Die Röhricht-Arten *Phragmites australis* und *Bolboschoenus maritimus* kommen nur mit geringen Deckungswerten und in verminderter Wuchshöhe vor. Dagegen erreicht das Schilf im Transektsabschnitt 241–256 m bis zu 40 % Deckung.

Transektsmeter 163–241:

Vegetationstyp: **Galio veri-Festucetum ovinae ammophiletosum**

Boden: Regosol auf Kiesstrandwall. Bodenprofil bei Transektsmeter 183; 1,15 m ü. NN.

Horizont	Tiefe [cm]	pH	GV %	Beschreibung:
Ah 1	-8	6,7	16,9	stark versandeter Rohhumus
Ah 2	-20	7,4	-	-
I C	-40	6,6	0,4	kiesiger Sand
II C	-100	6,4	0,0	Sand, Kapillarsaum bei 68 cm

Der Boden auf dem Kiesstrandwall des um 1870 entstandenen Nehrungshakens weist schwachsaure bis neutrale pH-Werte auf. Die Bodenversauerung im **Galio veri-Festucetum ovinae ammophiletosum** der Strandwällen verläuft offenbar langsamer als an den Dünenstandorten (vgl. Transektsmeter 103–120). Zu den Trockenrasenarten treten mit *Arrhenatherum elatius*, *Cerastium holosteoides*, *Elymus repens*, *E. x acutus* und *Poa pratensis* Arten des Grünlandes auf und mit *Viola tricolor* ssp. *curtisii*, *Rumex acetosella* und *Hypnum cupressiforme* var. *lacunosum* Trockenrasenarten, die den höher gelegenen und seltener überfluteten Dünentrockenrasen des Transektes fehlen.

Transektsmeter 256–287 und 289–306:

Vegetationstyp: **Phragmites-reiches Juncetum gerardii**

Boden: Küsten-Überflutungsmoor. Bodenprofil bei Transektsmeter 271; 0,42 m ü. NN.

Horizont	Tiefe [cm]	pH	GV %	Beschreibung:
zN 1	-20	6,5	70,4	Salzrasentorf mit lebenden Rhizomen, Salzblüte
zN 2	-40	6,1	35,0	Salzrasentorf mit Schlacke und Holz, Jauchegeruch, Salzblüte
Gr	-80	7,5	0,0	grauer Sand

Dieser Transektsabschnitt verläuft durch den oberen, *Festuca rubra*-dominierten Salzrasen 0,30–0,68 m ü. NN. *Phragmites australis* erreicht Deckungen von 30 % und prägt das Vegetationsbild, wird jedoch hier im Salzrasen mit einer Wuchshöhe von etwa 1,20 m nur etwa halb so hoch wie im benachbarten Brackwasser-Schilfröhricht (Transektsmeter 287–289 und 306–

321). Ein Vergleich mit Vegetationsaufnahmen von RAABE (1962) aus der Nähe des Transektes zeigt, daß sich die Vegetation in den vergangenen drei Jahrzehnten kaum verändert hat.

Das Bodenprofil weist einen 40 cm mächtigen Salztorf auf. Mit über 70 % ist der Anteil an organischer Substanz im oberen Horizont doppelt so hoch wie bei den von SUCCOW (1988: S. 195) untersuchten Salzwiesentorfen (27,1 %, 34,2 %) von der mecklenburgischen Ostseeküste. Im unteren Torfhorizont befanden sich Schlamme und Bauholzreste, die dort wahrscheinlich während eines Hochwassers sedimentierten.

Transektsmeter 287–289 und 306–321:

Vegetationstyp: **Bolboschoenetum maritimi phragmitetosum**

Boden: Sapropel über marinem Sand. Bodenprofil bei Transektsmeter 317; 0,22 m ü. NN.

Horizont	Tiefe [cm]	pH	GV %	Beschreibung:
zFr	-15	6,1	12,8	Mudde zwischen dichten Schilfrhizomen, Salzblüte
Gr	-90	7,5	0,7	grauer Sand

Das Brackwasser-Schilfröhricht erreicht eine Höhe von über zwei Metern. Im Boden hat noch keine ausgeprägte Akkumulation organischer Substanz wie auf den benachbarten Salzrasen stattgefunden. Das Röhricht ist in diesem Abschnitt erst nach 1962 in eine ehemalige vegetationslose Brackwasserlagune eingewandert.

Transektsmeter 321–367:

Vegetationstyp: **Juncetum gerardii typicum**

Boden: Küsten-Überflutungsmoor. Bodenprofil bei Transektsmeter 337; 0,29 m ü. NN.

Horizont	Tiefe [cm]	pH	GV %	Beschreibung:
L	+ 2–0	-	-	Streuauflage
zN	-6	7,0	52,2	durchwurzelter Salztorf, Salzblüte
zN	-37	5,3	31,2	Salztorf
Gr	-90	6,3	0,5	grauer Sand

Dieser nahezu schilffreie Salzrasen wächst zwischen 0,23 und 0,30 m ü. NN. Die Vegetation ist heute einen halben Meter hoch. BILIO (1962: Abb. 10) zeigt ein Foto aus dem Jahre 1956, auf dem der größte Teil der Salzrasen in diesem Transektsabschnitt von einem durch Beweidung kurzrasigen **Puccinellietum maritimae** eingenommen wird und *Festuca rubra* nur an den höchsten Stellen vorherrscht. Auch RAABE (1962) hat den größten Teil noch als **Puccinellietum maritimae** kartiert. Auf diesen seit 1961 unbeweideten Flächen fehlt *Puccinellia maritima* heute ganz. *Festuca rubra* dominiert den gesamten Transektsabschnitt. Als Begleiter treten *Juncus gerardii*, *Agrostis stolonifera* und *Plantago maritima* auf.

Transektemeter 367–382:

Vegetation: **Bolboschoenetum maritimi typicum**

Boden: Brackwatt

Das Brackwasserröhricht reicht von 0 bis 0,23 m ü. NN und wird von *Bolboschoenus maritimus* dominiert. Ab 0,15 m ü. NN treten *Juncus gerardii* und *Plantago maritima* als Begleiter auf. Auf der Vegetationskarte von RAABE (1962) sind im Bereich des Transektes die Stellen des heutigen **Bolboschoenetum maritimi typicum** vegetationsfreie Wattflächen. Möglicherweise hat der starke Sedimenteintrag in die Bottsandlagune während des Baues der Marina 1971/72 dazu geführt, daß sich das Brackwasser-Röhricht in die Wattflächen hinein ausbreiten konnte.

5.2 Transekt II

Transekt II ist 185 m lang und führt von einem strandseitigen zehnjährigen Dünenkamm über einen Silbergras-Trockenrasen in ein ausgesüßtes feuchtes Dünental und verläuft weiter über einen fast vierzigjährigen Dünenkamm, in eine Strandwallniederung mit Salzrasen und Röhricht, über einen fünfundvierzigjährigen Strandwalltrockenrasen bis zum Salzrasen und Röhrichtgürtel der Bottsandlagune (Abb. 11). Der Abschnitt zwischen zehnjährigem Dünenkamm und Ostsee ist vegetationslos. Da vor den Nivellierarbeiten Mitte November die Sturmflut vom 4.11.1995 erhebliche Veränderungen im Strandbereich verursachte und die Dünen bis Transektemeter 2 abgetragen wurden, ist dieser Abschnitt in der Abbildung nicht dargestellt.

Transektemeter 0–12:

Vegetationstyp: **Elymo-Ammophiletum arenariae typicum**

Boden: Lockersyrosem aus Dünensand. Bodenprofil bei Transektemeter 2; 2,58 m ü. NN.

Horizont	Tiefe [cm]	pH	GV %	Beschreibung
Ai-C	-40	8,0	0,2	schwach durchwurzelter Dünensand
C	-80	7,4	0,2	schwach durchwurzelter Dünensand

In den jungen Strandhaferdünen findet Sandakkumulation statt; der frische Dünensand ist noch basisch (pH-Wert 8), die Vegetationsdecke offen. Neben den charakteristischen Dünenpflanzen *Ammophila arenaria*, *x Calammophila baltica*, *Elymus farctus* und *E. x acutus* treten nur Einzelpflanzen von *Cerastium semidecandrum* und *Epilobium angustifolium* auf. Die Dünen sind erst Mitte der achtziger Jahre entstanden und haben sich vor einen gleich hohen Dünenkamm aus den siebziger Jahren geschoben.

Ammophila arenaria
 x Calammophila baltica
 Elymus farctus
 Elymus x acutus
 Carex arenaria
 Ceratodon purpureus
 Corynephorus canescens
 Viola tricolor ssp. curtisii
 Epilobium angustifolium
 Dicranum scoparium
 Hypnum lacunosum
 Aira praecox
 Cladonia humilis
 Cladonia pyxidata agg.
 Cephalozia l. divaricata
 Brachythecium albicans
 Cladonia rangiformis
 Poa pratensis
 Hypnum jutlandicum
 Linaria vulgaris
 Cerastium holosteoides
 Rumex crispus
 Cirsium arvensis
 Lophocolea heterophylla
 Brachythecium rutabulum
 Sagina procumbens
 Trifolium repens
 Poa humilis
 Potentilla anserina
 Salix cinerea
 Lychnis flos-cuculi
 Ophioglossum vulgatum
 Epilobium palustre
 Mentha aquatica
 Lycopus europaeus
 Eurhynchium paelongum
 Honckenya peploides
 Sagina maritima
 Plantago coronopus
 Centaurium littorale
 Centaurium pulchellum
 Festuca rubra agg.
 Agrostis stolonifera
 Atriplex prostrata
 Carex extensa
 Glaux maritima
 Plantago maritima
 Juncus gerardii
 Aster tripolium
 Phragmites australis
 Bolboschoenus maritimus

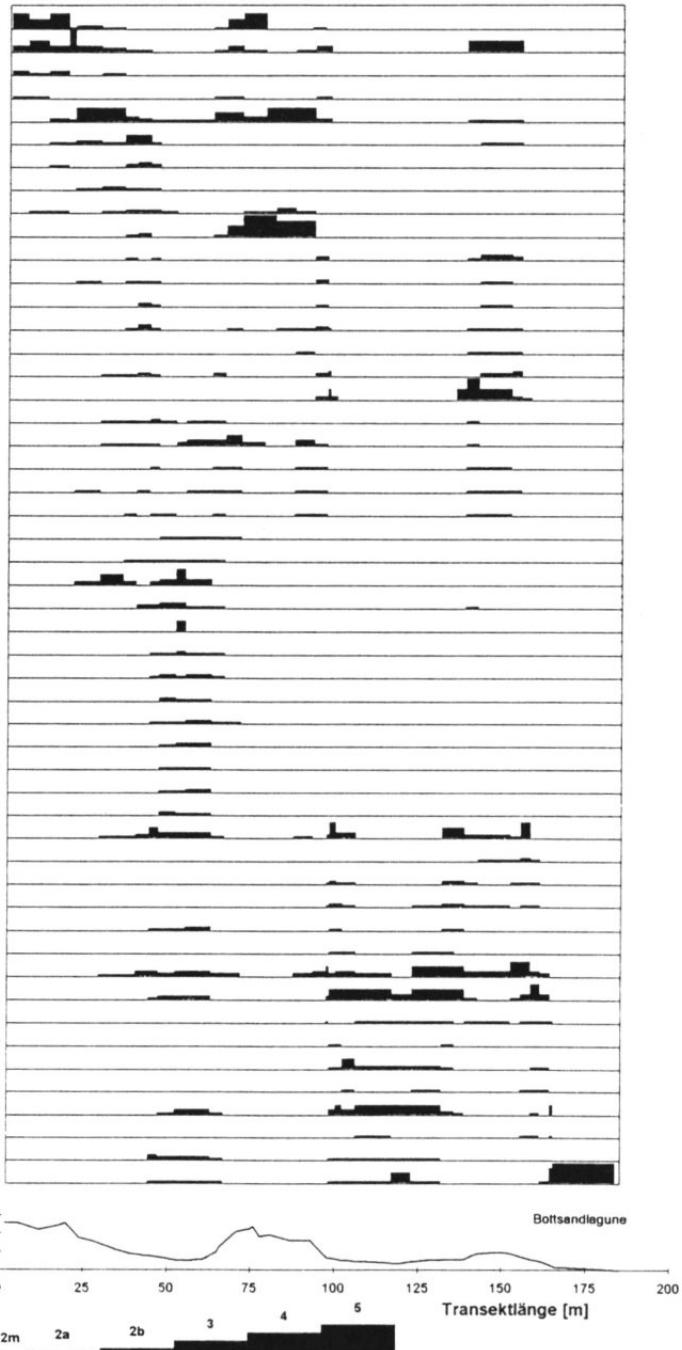


Abb. 11: Transekt über den Bottsand II

Transektsmeter 12–35:

Vegetationstyp: **Elymo-Ammophiletum arenariae festucetosum**

Boden: Regosol auf Dünensand

Auf den festgelegten Dünensanden treten als erste Trockenrasenarten *Carex arenaria*, *Corynephorus canescens* und *Ceratodon purpureus* auf, die die Lücken in der Vegetation schließen und im Übergang zu den Trockenrasen hohe Deckungen erreichen. In den alten Strandhaferdünern treten weitere Moose hinzu. Die Dünen dieses Transektsabschnittes sind Mitte der siebziger Jahre entstanden, wobei der alte Dünenkamm mit 2,56 m ü. NN bei Transektsmeter 20 liegt.

Transektsmeter 35–46:

Vegetationstyp: **Violo-Corynephoretum canescantis**

Boden: Regosol auf Dünensand. Bodenprofil bei Transektsmeter 39; 0,88 m ü. NN.

Horizont	Tiefe [cm]	pH	GV %	Beschreibung
Ah	-10	7,7	3,4	humoser Sand
C	-100	7,4	0,1	Sand

Der Silbergras-Trockenrasen liegt zwischen Altdüne (1,10 m ü. NN) und Flutrasen (0,73 m ü. NN) in einer Dünensenke. Die niedrige Vegetation wird von *Corynephorus canescens*, *Festuca rubra*, *Carex arenaria* und von Flechten und Moosen bestimmt.

Bei einem Vergleich mit den etwa neunzigjährigen Dünentrockenrasen von Transekt I fallen der höhere pH-Wert und die geringere Humusakkumulation im Oberboden auf. Auch *Festuca ovina* und *Calluna vulgaris* haben sich noch nicht angesiedelt. Dafür hat die Flechte *Cladonia humilis* ihren Verbreitungsschwerpunkt in diesen jüngeren Trockenrasen.

Transektsmeter 46–64:

Vegetationstyp: **Ophioglossum vulgatum-Lychnis flos-cuculi-Gesellschaft**

Boden: Gley auf Sand. Bodenprofil bei Transektsmeter 57; 0,48 m ü. NN.

Horizont	Tiefe [cm]	pH	GV %	Beschreibung
Ah	-5	6,4	14,5	stark humoser Sand
Aoh	-27	6,4	3,0	humoser Sand
Gr	-80	7,0	0,5	grauer Sand

Die feuchte Dünensenke ist aus einem kleinen Strandsee hervorgegangen, der bei Strandwallneubildungen in den sechziger Jahren entstand. Durch neue Dünen wurde die Senke seit den siebziger Jahren zunehmend vor Überflutungen mit Salzwasser geschützt und süßt aus. In der feuchten Senke entstand eine artenreiche Vegetation (vgl. Tab. 6: Nr. 42; 43; 46) mit Grau-

Weiden und einer nun 2 m hohen Hänge-Birke. *Juncus gerardii* und *Centaurium littorale* sind die letzten verbliebenen typischen Salzrasenarten.

Transektsmeter 64–78:

Vegetationstyp: **Elymo-Ammophiletum festucetosum**

Boden: Regosol auf Dünensand. Bodenprofil bei Transektsmeter 76; 2,37 m ü. NN.

Horizont	Tiefe [cm]	pH	GV %	Beschreibung
Of	+2–0	-	-	Rohhumus-Auflage
Ah	-10	4,9	0,8	Dünensand
C	-100	5,2	0,7	Dünensand

Der zu Beginn der sechziger Jahre entstandene Dünenkamm bei Transektsmeter 76 bildete bei der Kartierung von RAABE (1962) noch die Vegetationsgrenze zum Ostseestrand. Heute ist der Dünensand tiefreichend entkalkt, und es hat sich eine nur schwach zersetzte Rohhumusaufklage gebildet. Neben *Ammophila arenaria* kennzeichnen *Carex arenaria*, *Dicranum scoparium* und *Hypnum jutlandicum* die Vegetation dieser Altdüne.

Transektsmeter 78–98:

Vegetationstyp: **Koelerio-Corynephoretea-Basalgesellschaft**

Boden: Regosol

Im Windschatten des Dünenkamms (1,88–1,61 m ü. NN) bildete sich ein Trockenrasen aus, dem *Ammophila* und *x Calammophila* weitgehend fehlen und der heute von *Dicranum scoparium* und *Carex arenaria* beherrscht wird. Charakteristisch für die Altdünen auf dem Bottsand sind auch die *Epilobium angustifolium*-Stauden zwischen Transektsmeter 82 und 87.

Mit abnehmender Höhe über NN (1,61–0,64 m ü. NN) im Übergang zur Strandwallniederung von 1960 fällt *Dicranum scoparium* aus; dafür treten *Festuca rubra*, *Aira praecox*, *Brachythecium albicans*, *Cladonia pyxidata* und *C. humilis* sowie die typische Strandwall-Trockenrasen-Flechte *Cladonia rangiformis* auf.

Transektsmeter 100–117 und 123–132:

Vegetationstyp: **Juncetum gerardii typicum**

Boden: Anmoorgley-Gley auf Schill und marinem Sand. Bodenprofil bei Transektsmeter 129; 0,50 ü. NN.

Horizont	Tiefe [cm]	pH	GV %	Beschreibung
Hf	-4	6,9	36,3	Niedermoortorf
I GorC	-43	8,9	1,3	Schill und Kies
II GrC	-80	8,1	1,2	geschichtetes Watt sediment, Sand

Der Salzrasen ist zu Beginn der sechziger Jahre entstanden und war 1962 noch ein **Puccinellietum maritimae**. Unter dem jetzigen Salzrasen mit *Agrostis stolonifera*, *Juncus gerardii* und *Festuca rubra* hat sich eine 4 cm dicke Torfschicht ausbilden können.

Ein häufiges Moos im Salzrasen der Strandwallniederung ist *Drepanocladus aduncus* var. *kneiffii* (nicht in Abb. 11 dargestellt).

Transektrmeter 117–123:

Vegetationstyp: **Bolboschoenetum maritimi**

Boden: Naßgley über Schill. Bodenprofil bei Transektrmeter 120; 0,33 m ü. NN.

Horizont	Tiefe [cm]	pH	GV %	Beschreibung
Aoh	-4	6,2	4,7	humoser Sand
I GrC	-40	8,3	0,7	Muschelschill
II GrC	-80	8,2	0,7	mariner Sand

An der tiefsten Stelle der Strandwallniederung hat sich ein schmaler Röhrichtstreifen entwickelt. Neben *Bolboschoenus maritimus* und *Phragmites australis* kommen *Juncus gerardii* und *Agrostis stolonifera* mit hohen Deckungen vor.

Transektrmeter 98–100, 132–140 und 156–159:

Vegetationstyp: **Cochleario-Saginetum maritimae**

Boden: Pararendzina auf Strandwall-Kies. Bodenprofil bei Transektrmeter 139; 0,57 m ü. NN.

Horizont	Tiefe [cm]	pH	GV %	Beschreibung
Ah 1	-1	7,5	8,9	torfiger Sand
Ah 2	-10	-	-	humoser Sand, schwach durchwurzelt
I C	-50	8,6	0,6	Muschelschill
II C	-65	8,3	0,3	Sand

Im Übergangsbereich vom Salzrasen zu den kiesigen Strandwall-Trockenrasen wachsen die niedrigwüchsigen Arten *Sagina maritima*, *Plantago coronopus* und *Centaurium littorale* auf einem nur zentimeterdünnen Humushorizont, der im Sommer austrocknet und verhärtet. Etwas seltener kommen *Sagina* und *Plantago* auch an offenen Stellen im höhergelegenen Strandwall-Trockenrasen vor.

Transektrmeter 140–156:

Vegetationstyp: **Koelerio-Corynephoretea-Basalgesellschaft**

Boden: Pararendzina auf Strandwall-Kies. Bodenprofil bei Transektrmeter 153; 0,89 m ü. NN.

Horizont	Tiefe [cm]	pH	GV %	Beschreibung
Ah	-13	8,5	2,9	humoser Kies, steinreich
C	-80	8,8	0,5	steinreicher Kies

Auf dem steinreichen, basischen Strandwalltrockenrasen sind *Festuca rubra*, *x Calammophila baltica* und *Cladonia rangiformis* vegetationsprägend; dazu treten *Cephaloziella divaricata*, *Brachythecium albicans*, *Hypnum cupressiforme* var. *lacunosum* und andere Arten der Trockenrasen auf. Als typische Arten basischer Standorte sind *Bryum subelegans* (nicht in Abb. 11 dargestellt) und *Cladonia rangiformis* vertreten, die den versauerten Düsentrockenrasen fehlen. Die ersten Pionierpflanzen von *Festuca ovina* fassen auf dem um 1950 entstandenen Strandwall Fuß, kommen aber noch nicht im Transekt vor.

Transektrmeter 159–165:

Vegetationstyp: **Juncetum gerardii**

Boden: Salzmarsch auf Sand. Bodenprofil bei Transektrmeter 165; 0,23 m ü. NN.

Horizont	Tiefe [cm]	pH	GV %	Beschreibung
Aoh	-8	6,8	24,9	stark torfiger Sand
Aorh	-38	8,1	2,5	humoser Sand
GrC	-80	7,5	0,7	grauer Sand

Unter dem röhrichtnahen Salzrasen am Bodden ist der torfige Horizont mächtiger, aber auch sandiger als unter dem Salzrasen der Strandwallniederung. Ein Vergleich der Torfmächtigkeiten in den unterschiedlich alten Salzrasen lässt eine Torfbildungsrate von einem Zentimeter in etwa fünf bis sieben Jahren vermuten.

Transektrmeter 165–185:

Vegetationstyp: **Bolboschoenetum maritimi typicum**

Boden: Brackwatt

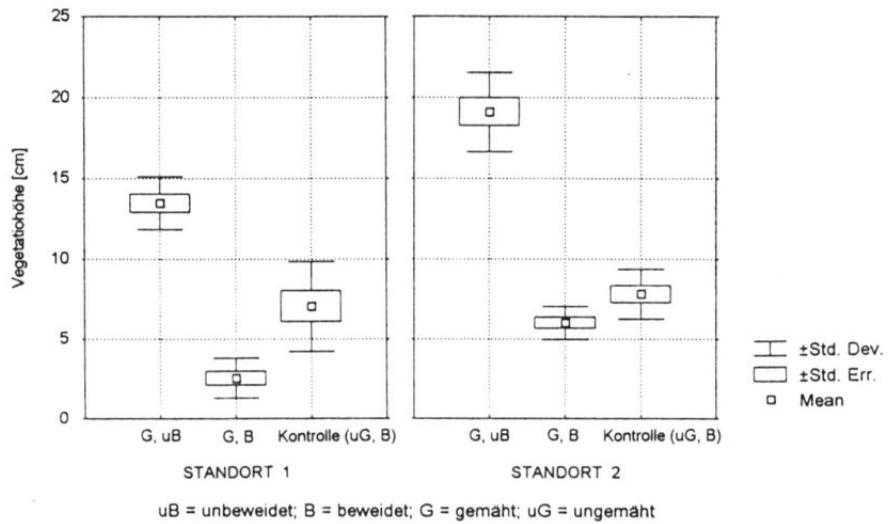
Ähnlich Transekt I hat sich das Brackwasser-Röhricht erst in der Zeit nach 1962 ausgebildet. Es nimmt den Bereich von 3 cm unter bis 23 cm über NN ein. Unterhalb 14 cm ü. NN bildet *Bolboschoenus maritimus* einen einartigen Bestand.

6 Einfluß der Kaninchen auf die Vegetation des oberen Salzrasens

6.1 Ergebnisse des Beweidungsexperimentes

6.1.1 Vegetationshöhe

Die Vegetationshöhe (Abb. 12) erreicht im Herbst auf der beweideten, gemähten Versuchsfläche an Standort 1 durchschnittlich fast 3 cm, an Standort 2 ca. 6 cm. Innerhalb der eingezäunten Flächen liegen die Werte bei 13,5 cm an Standort 1 bzw. 19 cm an Standort 2. Auf den Kontrollflächen (ungemäht, beweidet) wird mit 7 cm bzw. 8 cm eine intermediäre Vegetationshöhe erreicht.



uB = unbeweidet; B = beweidet; G = gemäht; uG = ungemäht

Abb. 12: Einfluß der Kaninchen-Beweidung auf die Vegetationshöhe des oberen Salzrasens auf dem Bottsand/Ostsee.

6.1.2 Oberirdische Phytomasse

Die Werte für die oberirdische Phytomasse an Standort 2 sind erheblich höher als an Standort 1. Wird die gesamte oberirdische Phytomasse betrachtet (Abb. 13), so ergibt sich an Standort 1 für die unbeweidete, gemähte Fläche mit 250 g TG/m^2 ein zehnfach höherer Wert als auf der von Kaninchen beweideten, gemähten Fläche. Die Kontrollfläche weist mit 115 g TG/m^2 bei möglicher Beweidung etwa die Hälfte der Biomasse der unbeweideten Fläche auf. An Standort 2 ist der Wert der oberirdischen Phytomasse auf der gemähten, unbeweideten Versuchseinheit mit 475 g TG/m^2 etwa doppelt so hoch wie an Standort 1. Auch auf der gemähten, beweideten Versuchseinheit von Standort 2 erreicht die Phytomasse noch die Hälfte des Wertes der unbeweideten Versuchseinheit. Einheitlichere Werte ergeben sich für beide Standorte, wenn die Differenz der Biomasse ausgehend von der unbeweideten, gemähten Fläche betrachtet wird. So beträgt die Differenz zwischen beweideter und unbeweideter Fläche absolut 225 g TG/m^2 an

Standort 1 gegenüber 266 g TG/m² an Standort 2 und zwischen beweideter, gemähter und Kontrollfläche 90 g TG/m² gegenüber 105 g/m².

Betrachtet man die Phytomasse getrennt nach Grasartigen (*Juncus gerardii*, *Festuca rubra*, *Agrostis stolonifera*) und Kräutern (*Glaux maritima*), so ist die Phytomasse von *Glaux* an Standort 2 auf den gemähten Versuchseinheiten unabhängig von der Beweidung etwa doppelt so groß wie auf der ungemähten Kontrollfläche. Auf den gemähten beweideten Flächen bildet *Glaux maritima* etwa die Hälfte der stehenden oberirdischen Phytomasse, auf den unbeweideten Flächen dagegen nur ein Viertel.

An Standort 1 ist der Anteil der Kräuter in der Gesamtphytomasse gegenüber den Grasartigen sehr gering. Neben *Glaux maritima* kommen *Plantago coronopus*, *Plantago maritima*, *Atriplex prostrata*, *Salicornia ramosissima* sowie das Moos *Drepanocladus aduncus* var. *kneiffii* vor.

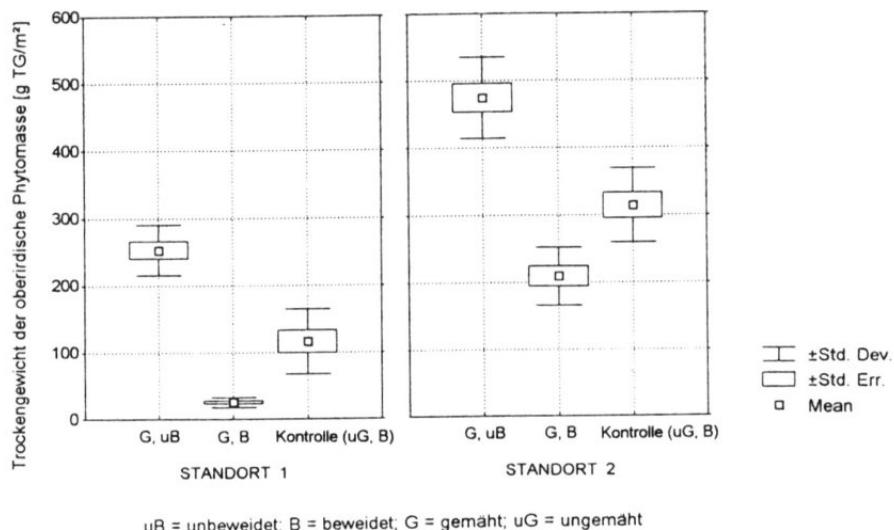
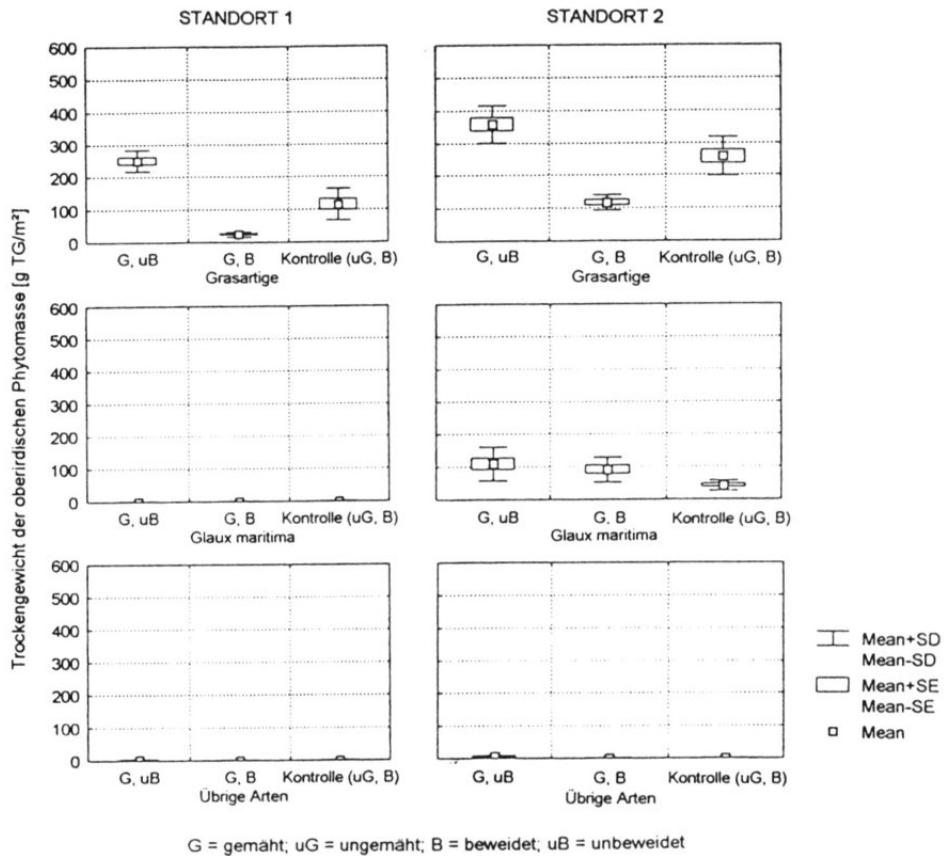


Abb. 13: Einfluß der Kaninchen-Beweidung auf die oberirdische Phytomasse (gesamt) im oberen Salzrasen des Bottsandes/Ostsee.



G = gemäht; uG = ungemäht; B = beweidet; uB = unbeweidet

Abb. 14: Einfluß der Kaninchen-Beweidung auf die oberirdische Phytomasse im oberen Salzrasen des Bottsandes/Ostsee, getrennt nach Grasartigen (*Juncus gerardii*, *Festuca rubra*, *Agrostis stolonifera*), *Glaux maritima* sowie den übrigen Arten.

6.1.3 Artmächtigkeit

Die schon bei der Untersuchung der oberirdischen Phytomasse zu erkennenden Unterschiede zwischen Standort 1 und 2 spiegeln sich in einer Verschiebung der Artmächtigkeiten wider. An Standort 1 ist der Anteil des niederliegenden, wenig Biomasse liefernden *Agrostis stolonifera* mit etwa 30 % Deckung hoch; Krautige wie *Glaux maritima* spielen eine untergeordnete Rolle.

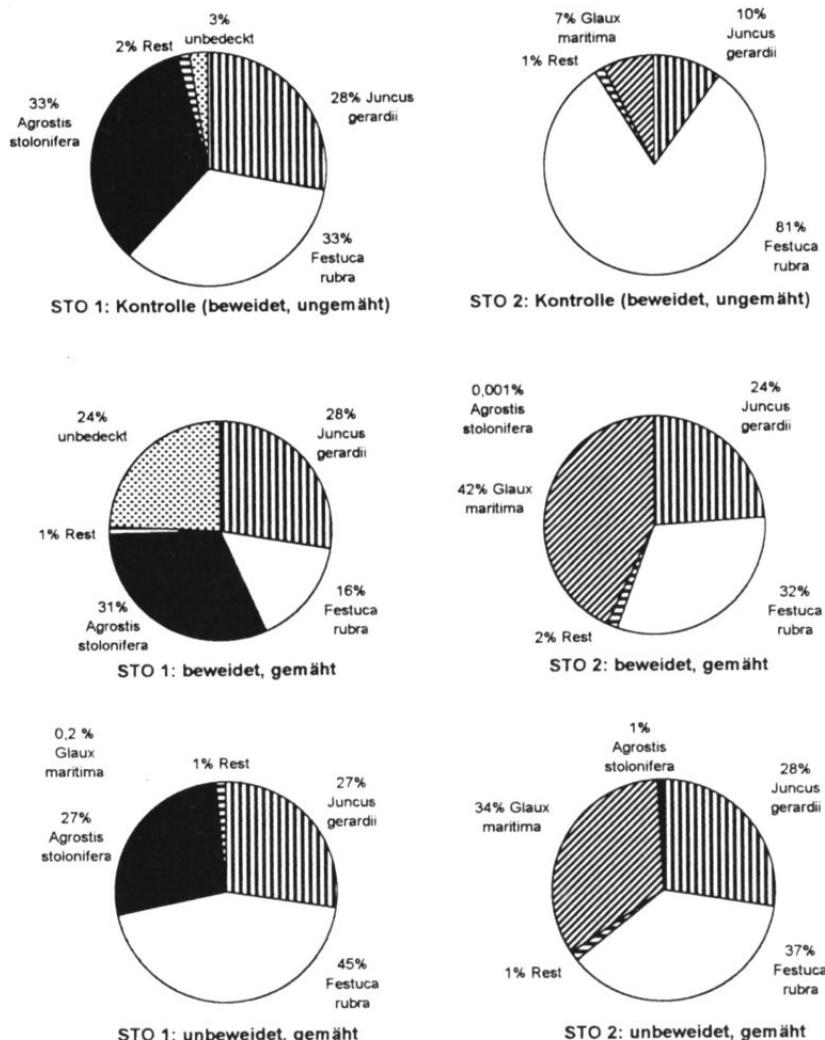


Abb. 15: Einfluß der Kaninchen-Beweidung auf die Artmächtigkeit an zwei Standorten (STO) im oberen Salzrasen des Bottsandes/Ostsee.

Dagegen steigt an Standort 2 die Vegetationsbedeckung von *Glaux maritima* von weniger als 10 % auf der Kontrollfläche auf über 40 % auf den gemähten Flächen an. Der Anteil von *Agrostis stolonifera* ist mit unter 1 % gering; *Juncus gerardii* und *Festuca rubra* sind weitere Bestandsbildner. Sowohl an Standort 1 als auch an Standort 2 geht der Anteil von *Festuca rubra* auf den gemähten Flächen zurück. An Standort 1 bedeckt *Festuca rubra* auf der Kontrollfläche noch 45 % der Fläche, geht nach Mahd aber auf durchschnittlich 33 % Deckung auf den eingezäunten und sogar auf nur 16 % auf der beweideten Versuchseinheit zurück. Die Deckung von *Juncus gerardii* bleibt konstant bei 28 %, die von *Agrostis stolonifera* bei 30 %. Ein Viertel der Fläche bleibt auf der beweideten, gemähten Versuchseinheit vegetationslos.

Auf der Kontrollfläche an Standort 2 liegt die Deckung von *Festuca rubra* bei 80 %, die von *Juncus gerardii* bei 10 %, von *Glaux maritima* bei nur 7 % und von *Agrostis stolonifera* unter 1 %. Nach Mahd geht die Deckung von *Festuca rubra* auf 37 % in der unbeweideten bzw. 32% in der beweideten Versuchseinheit zurück, während die Deckung von *Juncus gerardii* auf etwa 26 % ansteigt. Dagegen steigt die Deckung von *Glaux* gegenüber der Kontrollfläche auf das Fünffache in den unbeweideten Flächen und das Sechsfache in den beweideten Flächen an.

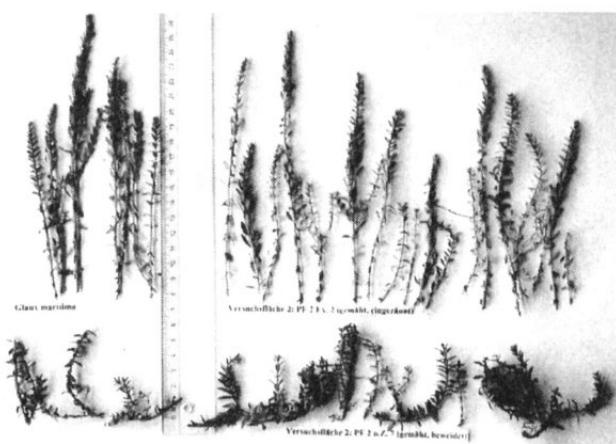


Abb. 16: Auf einer im Frühjahr gemähten, eingezäunten Versuchsfläche im oberen Salzrasen (Standort 2) sind die Sprosse von *Glaux maritima* im Herbst aufrecht, hochgewachsen und überwiegend unverzweigt (oben); auf der benachbarten beweideten Versuchsfläche dagegen überwiegend niederliegend, verbissen und reich an Seitensprossen.

Trotz geringerer Vegetationshöhe ist die Deckung von *Glaux* auf der gemähten, beweideten Fläche höher als auf der eingezäunten Fläche. Abb. 16 zeigt, daß die Hauptsprosse dieser Art bei Kaninchenbeweidung überwiegend abgebissen sind und sich zahlreiche, teils niederliegende

Seitensprosse gebildet haben. Auf der unbeweideten Fläche dominieren dagegen hochgewachsene, manchmal wenig verzweigte Hauptsprosse.

6.1.4 Anzahl der Fruchtstände von *Juncus gerardii*

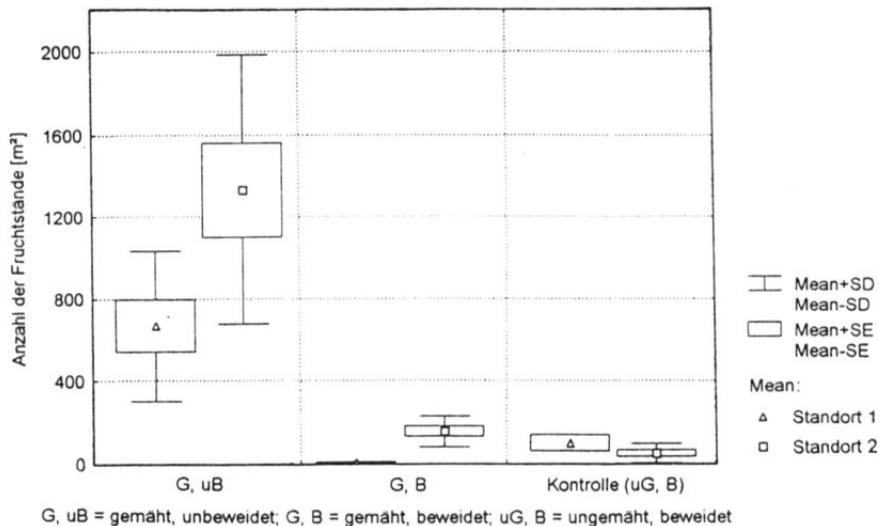


Abb. 17: Einfluß der Kaninchen-Beweidung auf die Anzahl der Fruchtstände von *Juncus gerardii* im oberen Salzrasen auf dem Bottsand.

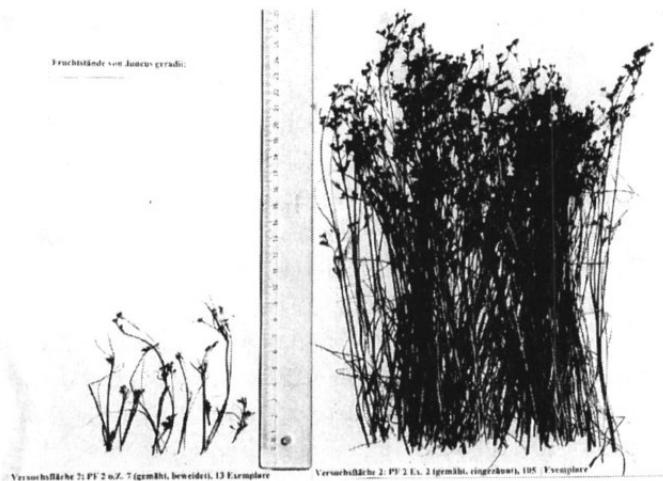


Abb. 18: Anzahl der Fruchtstände von *Juncus gerardii* auf einer gemähten, beweideten Probefläche (1/16 m²) und einer gemähten, eingezäunten Probefläche.

In der Anzahl der Fruchtstände von *Juncus gerardii* (Abb. 17) unterschieden sich beweidete und unbeweidete Versuchseinheiten deutlich voneinander. Auf den gemähten, unbeweideten Flächen konnten 668 Fruchtstände pro m² (Standort 1) bzw. 1330 pro m² (Standort 2) gezählt werden. Auf den beweideten Versuchseinheiten, unabhängig, ob sie gemäht oder ungemäht waren, sind nur wenige Fruchtstände (zwischen 8 und 154 /m²) entwickelt, von denen die meisten stark verbissen waren. In Abb. 18 sind zum Vergleich alle Fruchtstände einer Probe (1/16 m²) von der beweideten und der unbeweideten gemähten Versuchseinheit an Standort 2 abgebildet.

6.2 Diskussion des Beweidungsexperimentes

Der Einfluß der Beweidung durch Schafe, Rinder sowie nordische Gänse und Enten auf die Vegetation von Salzrasen war in der Vergangenheit Gegenstand zahlreicher Untersuchungen (u. a. SCHMEISKY 1977, HANSEN 1982, BAZELY & JEFFERIES 1986, 1989, BAKKER 1989, HIK & JEFFERIES 1990, EISCHEID et al. 1994). Dabei wurden Veränderungen im Artenspektrum der Salzrasenpflanzen und der Vegetationsstruktur durch Verbiß und Vertritt, Biomasseentzug und Düngung untersucht.

Bei der Beweidung von Salzrasen spielen Kaninchen wie auch Hasen im Vergleich zu Schafen, Rindern und Gänsen meist eine Nebenrolle, wurden in der Vergangenheit aber in England (GILLHAM 1955, WHITE 1961) und in jüngster Zeit auf Schiermonnikoog untersucht (VAN DER KOPPEL et al. 1996). Die gravierenden Auswirkungen von Kaninchen-Beweidung auf Küsten-Trockenrasen wurden bereits am Beispiel der Insel Schiermonnikoog (ZEEVALKING & FRESCO 1977) und den ostfriesischen Inseln (KIFFE 1989) dargestellt.

6.2.1 Einfluß der Kaninchen-Beweidung auf Vegetationsmuster im oberen Salzrasen

Im oberen Salzrasen des Bottsandes war die Kaninchen-Beweidung auf experimentell geschaffenen kurzrasigen Flächen so intensiv, daß die Vegetation noch im Herbst eine geringere Höhe aufwies als auf benachbarten Kontrollflächen.

Ob sich kleinflächig experimentell geschaffene Flächen mit kurzrasiger Vegetation längerfristig halten können, hängt entscheidend von der Populationsgröße der Herbivoren und deren Freßgewohnheiten ab (BERG et al. in prep.). Die Salzrasen des Bottsandes sind von einem Netz von Kaninchenwechseln durchzogen, so daß die Tiere kurzrasige Vegetationsflächen im Salzrasen, sofern sie einen Kaninchenwechsel berühren, mit großer Wahrscheinlichkeit finden. Die beiden Versuchsstandorte liegen in höherwüchsigen Salzrasen, die zuvor nur schwach beweidet wurden und nicht weit von einem Strandwall entfernt sind. Unmittelbar benachbart liegen keine intensiv von Kaninchen beweideten Flächen. Unter solchen Voraussetzungen ist davon auszugehen, daß eine experimentell geschaffene kurzrasige Fläche nur dann von Kaninchen beweidet wird, wenn kurzrasige Flächen tatsächlich eine attraktivere Nahrung bieten, sei es durch höheren Proteingehalt, fehlende Streu oder günstige Fraßhöhe.

Die frisch austreibenden Sprosse der abgemähten Vegetation werden von Kaninchen bevorzugt gefressen. Aufgrund der fortgesetzten Beweidung wird die in der niedrigen Vegetation vermutlich hohe Nahrungsqualität über die gesamte Vegetationsperiode aufrechterhalten. Dies steigert

wiederum die Attraktivität des Weidestandortes für die Kaninchen und bestätigt die Aussagen von BAKKER (1989, 1990), nach denen Herbivore ihre Nahrungsquelle selbst manipulieren können, indem sie bestimmte Bereiche der Vegetation bevorzugt beweiden. Pflanzen, die häufig abgefressen werden, sind verhältnismäßig reich an Proteinen und arm an Zellulose (vgl. YDENBERG & PRINS 1981, BAKKER 1990); durch die intensive Beweidung findet keine Streubildung statt. Ältere Pflanzen, die bei hoher Vegetation vorherrschen, besitzen einen hohen Zellwand- und unverdaulichen Zellulose-Anteil und werden von Herbivoren eher gemieden, wodurch es zur Streuakkumulation kommt.

Die von der Freßintensität der Kaninchen bestimmte Vegetationshöhe und Menge an oberirdischer Phytomasse hängt längerfristig stark von der witterungsbedingten Wuchsleistung der Pflanzen und der Populationsgröße der Kaninchen ab.

Heiße und niederschlagsarme Sommer wirken sich ungünstig auf das Wachstum der Pflanzen aus (DE LEEUW et al. 1990, BERG et al. in prep.). So ist naheliegend, daß im trockenen Sommer und Herbst 1995 das Pflanzenwachstum geringer war und sich daher die Beweidung durch die Kaninchen besonders stark auf die Vegetation auswirkte. Die Kontrollflächen waren 1995 dem optischen Eindruck nach wesentlich intensiver beweidet als noch im Vorjahr. Neben der Witterung können für dieses Phänomen aber auch die veränderten Freßgewohnheiten der Kaninchen eine Rolle spielen. Wenn durch die kurzrasige Versuchsfläche der Standort als Futterplatz an Attraktivität gewinnt, kann das eine intensivere Beweidung der unmittelbar benachbarten Flächen nach sich ziehen.

In Untersuchungen an Salzrasen auf Schiermonnikoog haben VAN DER KOPPEL et al. (1996) einen Gradienten von hoher Produktivität in alten, zu geringerer Produktivität in jungen Salzmarschen gefunden. Dies bietet eine Erklärung für die unterschiedlichen Mengen oberirdischer Phytomasse der beiden Versuchsstandorte, da die jeweiligen Salzrasen an Strandwällen unterschiedlichen Alters liegen. Auf dem etwa siebzigjährigen Salzrasen von Standort 2 ist die oberirdische Phytomasse mit 479 g TG/m² doppelt so hoch wie auf dem etwa dreißigjährigen Salzrasen von Standort 1 (250 g TG/m²). Auf Schiermonnikoog wird die höhere Produktivität in den älteren Salzrasen auf die zunehmende Nährstoffakkumulation im Boden bei mächtiger werdenden Sedimentationschichten zurückgeführt (OLFF 1992). Vermutlich findet mit zunehmendem Torfwachstum in den Salzrasen des Bottsandes gleichfalls eine Nährstoffakkumulation statt und erklärt die höhere Biomasseproduktion in den älteren Salzrasen.

Verglichen mit der Produktivität von *Festuca rubra*-dominierten oberen Salzrasen an der Nordsee sind die Werte für die oberirdische Phytomasse gering (HANSEN 1982: 244–638 g TG/m², EISCHEID et al. 1994: 203–1138 g TG/m²).

In den gemähten und daher von Kaninchen bevorzugt beweideten Versuchseinheiten kommt es zu einem größeren Biomasseverlust als in den extensiv beweideten, ungemähten Kontrollflächen. Da als Bezugswert für die Biomasseproduktion während einer Vegetationsperiode die gemähte, unbeweidete Fläche dient, muß berücksichtigt werden, daß die Beweidung die Produktion oberirdischer Phytomasse beeinflussen kann (BELSKY 1986, 1987, HIK & JEFFERIES 1990). Die

Differenz der Phytomasse von beweideter und unbeweideter Fläche gibt nicht den Anteil der weggefressenen Phytomasse wieder. Über die tatsächliche Menge der von Kaninchen gefressenen Phytomasse ist keine Aussage möglich, da nicht untersucht wurde, ob die Pflanzen den Phytomasseverlust durch Kompensationswachstum ausgleichen oder durch die Fraßschäden weniger Phytomasse produziert haben.

Die Differenz der Biomasse zwischen unbeweideter, gemähter Versuchseinheit und der beweideten gemähten Versuchseinheit ist an Standort 1 und Standort 2 ähnlich, obwohl die Phytomasseproduktion an Standort 2 doppelt so hoch wie an Standort 1 ist. Gleichermaßen gilt für den Unterschied zwischen unbeweideter Versuchseinheit und Kontrolle. Dadurch könnte vermutet werden, beide Versuchsflächen seien gleichmäßig intensiv beweidet worden. Indirekte Aussagen hierüber könnten durch Zählung von Kaninchenlosung erzielt werden (VAN DER KOPPEL et al. 1996). Ein solches Verfahren wurde jedoch auf dem Bottsand nicht durchgeführt, so daß keine vergleichbaren Aussagen zur Beweidungsintensität zwischen beiden Standorten möglich sind.

An Standort 2 beträgt die Höhendifferenz zwischen beweideter gemähter und ungemähter Kontrollfläche nur noch zwei Zentimeter. Die Beweidungsintensität der Kaninchen reichte hier offenbar nicht aus, um auf der gesamten gemähten Versuchseinheit die Vegetationshöhe auf einem deutlich niedrigeren Niveau zu halten.

Ein Erklärungsansatz bietet das Pflanzen-Herbivoren-Modell von VAN DER KOPPEL et al. (1996), das einen Zusammenhang zwischen abnehmender Beweidungsintensität bei zunehmender Biomasseproduktion postuliert. Neben eigenen Studien in Salzrasen auf Schiermonnikoog führen die Autoren Untersuchungen von ARNOLD (1963), PARSONS et al. (1983) und MC NAUGHTON (1984) an, die ebenfalls zeigen, daß bei zunehmender Biomasse der Vegetation die Beweidungsintensität der Herbivoren abnimmt. Demnach läßt die Beweidungsintensität an Stellen nach, auf denen die Herbivoren nicht mehr in der Lage sind, die nachwachsende Vegetation in einem für die Futterqualität günstigen Zustand zu erhalten.

6.2.2 Einfluß der Kaninchen auf die Vegetationszusammensetzung

An Standort 2 findet eine Artendominanz-Verschiebung von *Festuca rubra* zugunsten von *Glaux maritima* statt. Für diesen Prozeß ist vermutlich das günstige Lichtklima auf der Bodenoberfläche nach der Mahd im Frühjahr verantwortlich. Dadurch, daß die im wesentlichen abgestorbene oberirdische Biomasse vor Beginn der Vegetationsperiode entfernt wurde, ergeben sich ohne Beschattung ähnliche Wachstumsbedingungen für die Salzrasenpflanzen wie auf kurzrasigen, intensiv beweideten Salzrasen. Die Mahd vor Beginn der Wachstumsphase hatte nicht den selektierenden Schneideeffekt auf Gräser und Kräuter wie eine Sommermahd. Sie diente lediglich dem Entfernen der Streu, so daß neben dem untersuchten Beweidungeffekt keine anderen, auf Mahd zurückzuführenden Begleiteffekte angenommen werden.

Durch die günstigen Lichtverhältnisse im Frühjahr wird vor allem *Glaux maritima* gefördert, und zwar sowohl auf den anschließend von Kaninchen beweideten als auch auf den eingezäunten Versuchsflächen. Bei optimalen Lichtverhältnissen und wenig Konkurrenz bildet *Glaux* lange Ausläufer, wird dagegen bei hoher und dichter Vegetation im Wachstum gehemmt (JERLING

1988b). Im allgemeinen profitiert *Glaux* vom günstigeren Lichtklima auf kurzrasigen Flächen, wie sie durch Beweidung entstehen. In einem von Rindern beweideten Salzrasen in Schweden fand JERLING (1988a) besonders hohe Vegetationsbedeckung von *Glaux* in den intensiv beweideten untersten und obersten Salzrasen; im extensiv beweideten und höherwüchsigen mittleren Salzrasenabschnitt war die Deckung gering. Auf dem Bottsand ist *Glaux maritima* nicht nur auf den Versuchsflächen, sondern auch in den intensiv von Kaninchen beweideten Salzrasen häufig anzutreffen, seltener dagegen in hochwüchsigen und dichten Salzrasen.

Nach JERLING (1988a) scheint *Glaux maritima* Fraßschäden durch höhere Blattproduktion und Winterknospen mehr als auszugleichen. Da die Verzweigung von *Glaux* durch apikale Dormanz gesteuert wird (JERLING 1988b), fördert das Abfressen der Hauptsprosse durch Herbivore die Bildung von Seitensprossen, so daß insgesamt eine höhere Deckung erreicht wird. So läßt sich die höhere Deckung von *Glaux* auf der beweideten, gemähten Versuchseinheit gegenüber der unbeweideten Fläche erklären.

Zu Beginn der Untersuchungen bildete *Festuca rubra* an beiden Standorten den Hauptbestandteil der Vegetationsbedeckung. Bezeichnend ist, daß *Festuca rubra* im älteren Salzrasen eine durchschnittliche Vegetationsbedeckung von 80 % gegenüber 45 % im jüngeren Salzrasen erreicht. Die Zunahmen von *Festuca rubra* in unbeweideten oberen Salzrasen bis hin zu *Festuca rubra*-Dominanzbeständen ist ein vielfach in Salzrasen beobachteter Sukzessionsprozeß (vgl. CHRISTIANSEN 1937, GILLHAM 1955, WHITE 1961, HANSEN, 1982, HÄRDTLE 1984, BAKKER 1985, ROOZEN & WESTHOFF 1985, NEUHAUS 1994). WESTHOFF (1987) gibt für *Festuca rubra* ssp. *litoralis* einen ökologischen Schwerpunkt in unbeweideten, wenig aufschlickenden Salzrasen, für *Juncus gerardii* dagegen in beweideten Salzrasen an. Auch nach RAABE (1981b) ist die Dominanz von *Juncus gerardii* im oberen Salzrasen an der schleswig-holsteinischen Westküste ein Beweidungseffekt, da *Juncus gerardii* von Schafen weniger gern gefressen wird und so *Festuca rubra* überlegen ist.

Die Kaninchen-Beweidung scheint indes nur einen schwachen positiven Effekt auf *Juncus gerardii* zu haben, da die Vegetationsbedeckung an Standort 1 konstant bei etwa 28 % bleibt und nur an Standort 2 von 10 % auf gleichfalls 28 % ansteigt. *Juncus gerardii* wird im gleichen Maße wie *Festuca rubra* verbissen, was sich in der einheitlichen geringen Vegetationshöhe ausdrückt. *Festuca rubra* ist die häufigste Pflanze der Salzrasen, die offenbar erst im Zuge der langfristig hohen Streuakkumulation auf unbeweideten Flächen anderen Arten deutlich überlegen wird.. Möglicherweise braucht *Festuca rubra* länger als eine Vegetationsperiode, um die offenen Flächen nach der Mahd wieder zu besiedeln. Diese offenen Stellen boten an Standort 2 *Glaux maritima* eine optimale Ausbreitungsmöglichkeit. An Standort 1 dagegen fehlte eine Art, die bei intensiver Beweidung diese Lücken rasch hätte schließen können, so daß hier ein Viertel der Fläche vegetationslos blieb.

6.2.3 Schlußfolgerung

Die Versuchsergebnisse bestätigen, daß Kaninchen bevorzugt kurzrasige Vegetation beweiden. Gleichzeitig zeigt sich aber, daß die Verteilung der Vegetationsmuster von der Phytomasse-Produktivität der Standorte abhängt. An Standorten mit hoher Produktivität (Standort 2) auf dem Bottsand ist eine intensive Beweidung notwendig, um ein Muster von hoher und niedriger Vegetation aufrecht zu erhalten. Auf solchen Salzrasen kann daher eine experimentell geschaffene kurzrasige Vegetation zwar über ein Jahr, aber wahrscheinlich nicht längerfristig aufrecht erhalten werden. Auf Flächen geringerer Phytomasseproduktion (Standort 1) erscheint es dagegen möglich, daß sich eine experimentell geschaffene kurzrasige Vegetation längerfristig erhält. Die in den Salzrasen des Bottandes beobachteten Vegetationsmuster spiegeln demnach die Beweidungsintensität und Phytomasseproduktion eines Standortes wider.

Während der einjährigen Versuchsdauer konnte keine Veränderung des Artenspektrum beobachtet werden, wohl aber eine deutliche Verschiebung der Artmächtigkeit. Bei Beweidung geht die Deckung von *Festuca rubra* zurück, während *Glaux maritima* gefördert wird. Auf längerfristig von Kaninchen beweideten Salzrasen ist mit einer Zunahme niedrigwüchsiger Arten zu rechnen.

7 Die Flora des Bottsandes

In den vielgestaltigen Lebensräumen des Bottsandes hat sich in den letzten Jahrzehnten eine wachsende Anzahl von Pflanzen angesiedelt, darunter einige sehr seltene Arten, die hier ein Refugium gefunden haben. Seit den vegetationskundlichen Untersuchungen von RAABE in den fünfziger und sechziger Jahren ist der Bottsand flächenmäßig erheblich angewachsen. Mit den feuchten Dünentalchen südwestlich der Vogelwärterhütte ist ein artenreicher Lebensraum hinzugekommen.

Neben den vielen neuen Arten, die beständig auf dem Bottsand gedeihen, gibt es zahlreiche, die nur vorübergehend vorkommen. Besonders in den Spüläumen keimen viele Arten, die nur wenige Tage und Wochen überleben. Diese Arten können nicht alle in der vorliegenden Florenliste berücksichtigt werden. Schließlich gibt es wenige Arten, die seit den Untersuchungen RAABES nicht mehr auf dem Bottsand gefunden wurden, wie der seltene Zwerglein (*Radiola linoides*), das Kahle Bruchkraut (*Herniaria glabra*) oder das Moos *Racomitrium canescens*.

Um nicht nur einen Überblick über die Arten des Bottsandes zu geben, sind in den Artenlisten der Gefäßpflanzen, Moose und Flechten zusätzlich die wichtigsten Lebensräume der Arten auf dem Bottsand angegeben. Fast alle 1995 gefundenen Arten sind in Vegetationsaufnahmen repräsentiert, so daß über die beschriebenen Pflanzengesellschaften der Lebensräume (Kapitel 4) in den entsprechenden Vegetationstabellen der Standort der Arten ermittelt werden kann.

Lebensräume:

W: Wasser	FR: Flutrasen
Sp: Spülbaum	G: Grünland, Trittrasen
R: Röhricht	D: Dünen
SR: Salzrasen	T: Trockenrasen

Die 1962 von RAABE auf dem Bottsand gefundenen Arten werden denen von 1995 gegenübergestellt. Für 1995 sind zudem die relativen Häufigkeiten der Arten auf dem Bottsand angegeben: s = selten; z = zerstreut; h = häufig. – Neben den handschriftlichen Aufzeichnungen RAABES von 1962 wurden auch ältere Aufzeichnungen, die in der Landesstelle für Vegetationskunde am Botanischen Institut der Universität Kiel vorlagen, sowie die Jahresberichte für das NSG Bottsand 1977–1990 (BEHMANN 1990) und 1991–1994 (BEHMANN & OHLSEN 1994) und Literaturangaben ausgewertet. Die angegebenen Jahreszahlen beziehen sich auf das Funddatum. Bei Arten, die 1962 von RAABE aber nicht mehr 1995 gefunden wurden, ist nach Möglichkeit der letztmalige Nachweis angegeben; für alle anderen Arten das Jahr des Erstnachweises nach 1962. Die Nachweise sind folgenden Quellen entnommen:

BEHMANN (1990): Behmann, Ohlsen, Linke, Eigner

BEHMANN & OHLSEN (1994): Behmann, Ohlsen

CHRISTIANSEN et al. (1922): A. Christiansen 1913, W. Christiansen 1920

CHRISTIANSEN (1953): Nolte, Timm, Weber

Herbar Universität Kiel: Christiansen 1930

RAABE (1948–1962, Landesstelle f. Vegetationskunde): Raabe, Sachsen

RAABE (1973): Raabe 1971

REESE (1967): Reese

SICK (1933): Sick 1930

persönliche Mitteilung: Dierßen, Sackwitz

Dem Artnamen vorangestellt ist die Gefährdung der Art nach folgenden Roten Listen (RL) für Schleswig-Holstein:

Gefäßpflanzen: MIERWALD & BELLER (1990)

Moose: LUDWIG et al. (1996)

Flechten: JACOBSEN (1992)

Es bedeutet:

RL 1: Art ist vom Aussterben bedroht

RL 2: Art ist stark gefährdet

RL 3: Art ist gefährdet

RL 4: Art ist potentiell gefährdet, da nur kleine Vorkommen, z. B. an Arealgrenze

RL R: extrem seltene Art (Moose)

RL V: zurückgehende Art (Moose)

RL ?: Vorkommen der Art im Gebiet fraglich (Moose, kritische Sippe)

In folgenden Punkten wurde von diesen Roten Listen abgewichen:

RL neu: Erstnachweis für Schleswig-Holstein, sehr seltene Art entsprechend RL 1 oder RL R

RL 3*: Art wurde aus einer älteren Roten Liste gestrichen, weil sie nach den Autoren nur
unbeständig im Gebiet vorkomme oder nicht heimisch sei

7.1 Die Gefäßpflanzen des Bottsandes

Insgesamt sind 298 für den Bottsand nachgewiesene Gefäßpflanzen aufgeführt. Im Jahre 1995 konnten davon 246 Arten nachgewiesen werden. RAABE hat bei der Vegetationskartierung 1962 156 Arten berücksichtigt. Hinzu können die 1962 nicht kartierten Wasserpflanzen *Ruppia cirrhosa*, *R. maritima* und *Zostera marina* und *Z. noltii* gerechnet werden. Von den von RAABE zwischen 1948 und 1962 gefundenen Arten sind heute 19 Arten verschollen. 40 Arten wurden weder 1962 noch 1995 gefunden, sondern kamen nur vorübergehend auf dem Bottsand vor.

Die Kleinarten der Gattung *Taraxacum* wurden nicht in der Artenliste berücksichtigt. Nach P. SACKWITZ und H. ØLLGAARD (1996 pers. Mittl.) kommen auf dem Bottsand aus den Sektionen *Celtica*, *Erythrosperma*, *Hamata* und *Ruderalia* folgende Kleinarten vor:

Taraxacum bracteatum, *T. copidophyllum*, *T. lacistophyllum*, *T. linguatifrons*, *T. ostenfeldii*,
T. parnassicum, *T. scanicum*, *T. subdahlistedtii*.

Liste der Gefäßpflanzen des Bottsandes:

lateinischer Name (Deutscher Name):

RL

	Lebensraum:	Nachweise:										
		W	S	P	SR	FR	G	D	T	1962	1995	Sonstige:
Achillea millefolium (Gemeine Schafgarbe)	X	X	.	X	■	■	z	
Aethusa cynapium ssp. agrestis (Acker-Hundspetersilie)	X	.	.	.	■	■	s	Wolfram 1996
Agrostis capillaris agg. (Rotes Straußgras)	X	X	X	X	■	■	h	
Agrostis gigantea (Großes Straußgras)	.	.	X	.	X	.	.	.	■	■	z	
Agrostis stolonifera (Weißes-, Flecht-Straußgras)	.	.	X	X	X	X	.	X	■	■	h	
3) Aira caryophyllea (Nelken-Haferschmiele)	X	X	X	X	■	■	s	
Aira praecox (Frühe Haferschmiele)	X	X	X	X	■	■	h	
Alnus glutinosa (Schwarz-Erle)	X	.	.	.	■	■	s	Behmann 1981
Alopecurus geniculatus (Knick-Fuchsschwanz)	X	.	.	.	■	■	z	
Amomophila arenaria (Strandhafer)	X	X	■	■	h	
Anchusa arvensis (Acker-Krummhals)	■	■	Behmann 1982	
Anagallis arvensis (Acker-Gauchheil)	X	■	■	s	Behmann 1982
Angelica archangelica (Echte Engelwurz)	.	X	.	X	.	.	.	.	■	■	z	
Anthoxanthum odoratum (Duftendes Ruchgras)	X	.	.	X	■	■	z	
Aphanes arvensis (Acker-Frauenmantel)	X	■	■	z	
Arctium lappa (Bastard-Klette)	X	.	.	.	■	■	s	
Arenaria serpyllifolia (Quendelblättriges Sandkraut)	X	■	■	z	
Armeria maritima ssp. maritima (Strand-Grasnelke)	.	.	.	X	X	.	.	X	■	■	z	
Arrhenatherum elatius (Wiesen-Glathäfer)	X	■	■	z	
Artemisia vulgaris (Gemeiner Beifuß)	X	.	.	.	■	■	z	
Asparagus officinalis (Spargel)	■	■	Behmann 1983	
Aster tripolium (Strand-Aster)	.	.	X	X	.	.	.	.	■	■	h	
2) Atriplex glabriuscula (Kahle Melde)	.	X	.	X	.	.	.	.	■	■	s	W. Christiansen 1952
Atriplex littoralis (Strand-Melde)	.	X	X	X	X	.	.	.	■	■	h	
1) Atriplex longipes (Gestielte Melde)	.	X	X	.	.	.	.	.	■	■	s	
Atriplex longipes x prostrata (Gestielte Bastard-Melde)	.	X	X	X	X	.	.	.	■	■	z	
Atriplex patula (Gemeine Melde)	.	X	X	X	X	.	.	.	■	■	Raabe 1951	
Atriplex prostrata (Spieß-Melde)	.	X	X	X	X	.	.	.	■	■	h	
Avena sativa (Saat-Hafer)	.	X	.	.	.	.	.	.	■	■	s	
Barbarea vulgaris (Echtes Barbarakraut)	X	.	■	■	s	Ohlsen 1986
1) Bassia hirsuta (Behaarte Dornmelde, Staudicht)	■	■	z	Dierßen 1993
Bellis perennis (Gänseblümchen)	X	.	■	■	s	Ohlsen 1987
Berberis vulgaris (Berberitz, Sauerdorn)	■	■	z	Behmann 1981
Beta vulgaris ssp. rapacea (Runkelrübe)	■	■	s	Behmann 1981
Betula pendula (Hänge-, Sand-Birke)	X	.	.	.	■	■	z	A. Christiansen 1912
2) Blysmus rufulus (Rotes Quellried)	■	■	h	
Bolboschoenus maritimus (Meer-Strandsimse)	X	X	X	.	.	.	.	.	■	■	h	1994, Behmann 1981
Brassica napus (Raps)	■	■	s	
Bromus hordeaceus ssp. hordeaceus (Weiche Trespe)	X	.	X	■	■	h	
Bromus hordeaceus ssp. thominii (Dün-Trespe)	X	.	■	■	s	A. Christiansen 1913
Bromus sterilis (Tauben-Trespe)	X	.	■	■	z	W. Christiansen 1920
1) Bupleurum tenuissimum (Salz-Hasenohr)	X	.	.	.	■	■	s	
Cakile maritima ssp. baltica (Baltischer Meersenf)	X	.	.	.	.	.	.	.	■	■	s	
Calamagrostis canescens (Sumpf-Reitgras)	X	.	.	.	■	■	s	
Calamagrostis epigejos (Land-Reitgras, Landschilf)	X	.	.	X	■	■	s	
x Calamomphila baltica (Baltischer Strandhafer)	X	.	X	X	■	■	h	
Calluna vulgaris (Besen-Heide, Heidekraut)	X	.	■	■	s	
Calyptegia sepium (Gemeine Zaunwinde)	.	.	.	X	.	.	.	.	■	■	s	Behmann 1983
Campanula rotundifolia (Rundblättrige Glockenblume)	X	.	■	■	z	
Capsella bursa-pastoris (Hirtentäschelkraut)	X	.	X	■	■	s	
Carex arenaria (Sand-Segge)	X	X	.	X	■	■	h	
3) Carex distans (Entfernährige Segge)	.	.	.	X	X	.	.	.	■	■	z	
3) Carex extensa (Strand-Segge)	.	.	.	X	X	.	.	.	■	■	h	
Carex hirta (Rauhe-, Behaarte Segge)	.	.	.	X	X	.	.	.	■	■	z	
Carex nigra (Wiesen-Segge)	.	.	.	X	.	.	.	.	■	■	s	
Carex otrubae (Falsche Fuchs-, Hain-Segge)	.	.	.	X	.	.	.	.	■	■	z	
Carex riparia (Ufer-Segge)	.	.	.	X	.	.	.	.	■	■	s	
3) Carex spicata (Dichtährige Segge)	.	.	.	X	.	.	.	.	■	■	s	
2) Carex viridula ssp. viridula var. viridula (Oeders Gelb-Segge)	.	.	X	.	.	.	.	.	■	■	s	

Liste der Gefäßpflanzen des Bottsandes:

Lateinischer Name (Deutscher Name):

RL

	Lebensraum:	Nachweise:											
		W	S	R	S	F	R	G	D	T	1962	1995	Sonstige:
3	Carlina vulgaris (Golddistel)	.	.	.	.	.	.	.	X	.	■	■	s
	Centaurea erythraea (Echtes Tausendguldenkraut)	.	.	.	.	.	.	.	X	.	■	■	s
3	Centaurea littoralis (Strand-Tausendguldenkraut)	.	.	.	X	X	.	.	X	.	■	■	h
3	Centaurea pulchellum (Zierliches Tausendguldenkraut)	.	.	.	X	.	.	.	.	.	■	■	z
4	Cerastium diffusum (Viermänniges Hornkraut)	.	.	.	.	.	.	.	.	X	.	■	s
	Cerastium holosteoides (Gemeines Hornkraut)	.	.	.	.	X	X	.	X	.	■	■	h
	Cerastium pumilum agg. (Niederliegendes Hornkraut)	.	.	.	.	.	.	.	.	.	■	■
	Cerastium semidecadrum (Sand-Hornkraut)	.	.	.	.	X	X	X	X	.	■	■	h
	Chenopodium album (Weißer, Gemeiner Gänsefuß)	.	X	.	.	.	.	.	.	.	■	■	s
	Chenopodium glaucum (Blaugrüner Gänsefuß)	.	X	.	X	.	.	.	.	.	■	■	z
	Chenopodium rubrum (Roter Gänsefuß)	.	X	.	X	.	.	.	.	.	■	■	z
	Cirsium arvensis (Acker-Kratzdistel)	.	.	.	X	X	X	.	X	.	■	■	h
	Cirsium vulgare (Gemeine Kratzdistel)	.	.	.	.	X	X	.	X	.	■	■	h
	Cochlearia danica (Dänisches Löffelkraut)	.	.	.	.	.	.	.	.	.	■	s	Sackwitz 1996
	Convolvulus arvensis (Acker-Winde)	.	.	.	.	.	.	.	.	.	■	■
	Conyza canadensis (Kanadisches Berufskraut)	.	.	.	.	.	.	.	X	.	■	■	z
	Corynephorus canescens (Silbergras)	.	.	.	.	.	.	X	X	.	■	■	h
2	Cotula coronopifolia (Laugenblume)	.	.	.	.	.	.	.	.	.	■	■
3	Crambe maritima (Meerkohl)	.	.	.	.	.	.	.	.	.	■	■	s
	Crataegus monogyna (Eingriffeliger Weißdorn)	.	.	.	.	.	.	.	X	.	■	■	s
	Crepis capillaris (Grüner Pippau)	.	.	.	.	X	.	.	.	.	■	■	s
	Cynosurus cristatus (Kammlrasen)	.	.	.	.	.	X	.	.	.	■	■	s
	Dactylis glomerata (Knaulgras)	.	.	.	.	.	X	.	X	.	■	■	z
2	Dactylorhiza incarnata (Fleischfarbenes Knabenkraut)	.	.	.	.	.	.	X	.	.	■	■	s Behmann 1989
	Danthonia decumbens (Dreizahn)	.	.	.	.	.	.	X	.	.	■	■	z
	Daucus carota (Wilde Möhre)	.	.	.	.	.	.	.	X	.	■	■	
	Deschampsia flexuosa (Draht-Schmiele)	.	.	.	.	.	.	X	.	.	■	■	Behmann 1982
	Dryopteris carthusiana (Entferntfiedriger Dornfarn)	.	.	.	.	.	.	X	.	.	■	■	z
	Dryopteris dilatata (Breitfiedriger Dornfarn)	.	.	.	.	.	.	X	.	.	■	■	s Behmann 1985
	Dryopteris filix-mas (Männlicher Wurmfarne)	.	.	.	.	.	.	X	.	.	■	■	z Eigner 1984
	Eleocharis uniglumis (Einspelziges Sumpfried)	.	.	.	.	X	X	.	.	.	■	■	s
	Elymus farctus (Strand-Quecke)	.	.	.	.	.	.	X	X	.	■	■	z
	Elymus repens (Gemeine Quecke)	.	.	.	.	X	X	.	X	.	■	■	h
	Elymus x acutus (Spitz-Quecke)	.	X	.	.	X	.	X	.	.	■	■	h
	Epilobium angustifolium (Schmalblättriges Weidenröschen)	.	.	.	.	.	X	X	.	.	■	■	z
	Epilobium ciliatum (Drüsiges Weidenröschen)	.	.	.	.	.	.	X	.	.	■	■	z
	Epilobium hirsutum (Bauartiges Weidenröschen)	.	X	.	.	.	.	.	.	.	■	■	s Behmann 1982
	Epilobium montanum (Berg-Weidenröschen)	.	.	.	.	.	.	X	X	.	■	■	s
	Epilobium palustre (Sumpf-Weidenröschen)	.	.	.	.	.	X	.	.	.	■	■	z
	Equisetum arvense (Acker-Schachtelhalm)	.	.	.	.	X	.	.	.	.	■	■	z
	Erigeron acris (Scharfes Berufskraut)	.	.	.	.	.	.	.	.	.	■	■	s
	Erodium cicutarium agg. (Schierlings-Reiherschnabel)	.	.	.	.	.	.	.	X	.	■	■	z
	Erophila verna (Frühlings-Hungerblümchen)	.	.	.	.	.	.	X	.	.	■	■	z
2	Eryngium maritimum (Stranddistel)	.	.	.	.	.	.	X	.	.	■	■	s
	Eupatorium cannabinum (Wasserdost)	.	.	.	.	X	.	.	.	.	■	■	z
	Festuca arundinacea (Rohr-Schwingel)	.	.	.	.	X	.	.	.	.	■	■	h
	Festuca ovina ssp. ovina (Schaf-Schwingel)	.	.	.	.	.	.	.	X	.	■	■	h
	Festuca rubra (Rot-Schwingel)	.	.	.	X	X	X	X	X	.	■	■	h
3	Filago minima (Zwerg-Filzkraut)	.	.	.	.	.	.	.	X	.	■	■	s
	Filipendula ulmaria ssp. denudata (Mädesüß)	.	.	.	.	.	X	.	.	.	■	■	s Behmann 1982
	Fraxinus excelsior (Esche)	.	.	.	.	.	.	.	.	.	■	■	s Ohlsen 1986
	Fumaria officinalis (Erdrusch)	.	.	.	.	.	.	.	.	.	■	■	Behmann 1982
	Galeopsis tetrahit (Gewöhnlicher Hohlzahn)	.	.	.	X	.	X	X	X	.	■	■	z
	Galinsoga spec. (Knopfkraut, Franzosenkraut)	.	.	.	.	.	.	.	.	.	■	■	Behmann 1982
	Galium aparine (Kletten-Labkraut)	.	.	.	.	.	.	X	.	.	■	■	s
	Galium x ochroleucum (Bastard-Labkraut)	.	.	.	.	.	.	.	X	.	■	■	
	Galium palustre (Sumpf-Labkraut)	.	.	.	.	X	.	.	.	.	■	■	z
	Galium verum (Echtes Labkraut)	.	.	.	.	.	.	.	X	.	■	■	z
	Geranium molle (Weicher Storzschnabel)	.	.	.	.	.	.	.	X	.	■	■	z

Liste der Gefäßpflanzen des Bottsandes:

lateinischer Name (Deutscher Name):

RL

	Lebensraum:	Nachweise:										
		W	S	P	R	SR	FR	G	D	T	1962	1995	Sonstige:
		.	.	.	X	.	.	.	.	■	■ h	
		.	.	.	.	.	.	.	.	■	s	
1	Halimione pedunculata (Stielfrüchtige Keilmelde)	.	.	.	.	.	.	.	.	■	Weber 1780	
	Helianthus annuus (Sonnenblume)	.	X	.	.	.	.	.	.	■	s Behmann 1979	
	Heracleum sphondylium (Wiesen-Bärenkraut)	.	.	.	.	.	.	.	X	■	s Ohlsen 1987	
	Herniaria glabra (Kahles Bruchkraut)	.	.	.	.	.	.	.	.	■
	Hieracium lachenalii (Gemeines Habichtskraut)	.	.	.	.	.	.	X	■	■ z		
	Hieracium pilosella (Kleines Habichtskraut, Mausohr)	.	.	.	.	.	.	X	■	■ z		
3	Hierochloe odorata (Echtes Mariengras)	.	.	.	X	.	.	.	.	■	s	
	Holcus lanatus (Wolliges Honiggras)	.	.	.	.	X	X	X	X	■	■ z	
	Honckenya peploides (Strand-Salzmiere)	.	X	.	.	.	.	X	■	■ h		
	Humulus lupulus (Hopfen)	.	.	.	.	.	.	.	.	■	Linke 1980	
	Hydrocotyle vulgaris (Wassernabel)	.	.	.	X	.	.	.	.	■	z	
2	Hyoscyamus niger (Schwarzes Bilsenkraut)	.	.	.	.	.	.	.	.	■	Eigner 1986	
	Hypericum perforatum (Echtes Johanniskraut)	.	.	.	.	.	.	.	.	■	Behmann 1984	
	Hypochaeris radicata (Gemeines Ferkelkraut)	.	.	.	.	.	.	X	■	■ z		
	Iris pseudacorus (Wasser-Schwertlilie)	.	.	.	.	X	.	.	.	■	z Behmann 1980	
	Isoëtis tinctoria (Färber Waid)	.	.	.	.	.	.	.	.	■	Behmann 1996	
	Jasione montana (Sandglöckchen, Berg-Jasione)	.	.	.	.	.	.	X	■	■ z		
	Juncus articulatus (Glieder-Binse)	.	.	.	X	.	.	.	■	■ z		
	Juncus compressus (Platthalm-Binse)	.	.	.	X	.	.	.	■	■ s		
	Juncus effusus (Flatter-Binse)	.	.	.	X	.	.	.	■	■ z		
	Juncus gerardii (Salz-Binse)	.	.	X	X	X	.	.	■	■ h		
4	Juncus maritimus (Meer-Binse)	.	.	.	X	.	.	.	■	■ s		
	Juncus ranarius (Frosch-Binse)	.	.	.	X	.	.	.	■	■ z		
	Juncus tenuis (Zarte Binse)	.	.	.	X	.	.	.	■	■ s		
	Lamium album (Weiße Taubnessel)	.	.	.	.	.	.	.	■	■ s		
	Lamium purpureum (Rote Taubnessel)	.	.	.	.	.	.	.	■	Behmann 1982		
2	Lathyrus maritimus (Strand-Platterbse)	.	.	.	.	.	.	X	■	■ s Behmann 1988		
	Lathyrus pratensis (Wiesen-Platterbse)	.	.	.	.	.	.	.	■	■ s		
	Leontodon autumnalis (Herbst-Löwenzahn)	.	.	.	.	X	X	.	■	■ z		
3	Leontodon saxatilis (Nickender Löwenzahn)	.	.	.	.	.	.	.	■	Raabe 1953		
	Leymus arenarius (Strandroggen, Blauer Helm)	.	.	.	X	.	X	.	■	■ z		
	Ligustrum vulgare (Gemeiner Liguster), juv.	.	.	.	.	.	.	.	■	■ s		
	Linaria vulgaris (Gewöhnliches Leinkraut)	.	.	.	X	.	X	.	■	■ z		
	Lolium perenne (Deutsches Weidelgras)	.	.	.	.	X	.	.	■	■ z		
	Lotus corniculatus ssp. corniculatus (Gem. Hornklee)	.	.	.	X	X	.	.	■	■ z		
	Luzula campestris (Gemeine Hainsimsse, Hasenbrot)	.	.	.	.	.	X	X	■	■ z		
	Lychnis flos-cuculi (Kuckucks-Lichtnelke)	.	.	.	X	.	.	.	■	■ h		
	Lycopus europaeus (Gemeiner Wolfstrapp)	.	.	.	X	.	.	.	■	■ z		
	Lythrum salicaria (Blut-Weiderich)	.	.	.	.	.	.	.	■	Behmann 1982		
	Malus domestica (verwilderte Kultur-Apfel)	.	.	.	X	.	.	.	■	s		
3	Malus sylvestris (Holzapfel)	.	.	.	.	.	.	.	■	Eigner 1986		
	Malva neglecta (Weg-Malve)	.	.	.	.	.	.	.	■	Raabe 1951		
3	Malva sylvestris (Wilde Malve)	.	.	.	.	.	.	.	■	Behmann 1982		
	Matricaria discoidea (Strahlenlose Kamille)	.	.	.	.	.	.	.	■	Behmann 1984		
	Matricaria recutita (Echte Kamille)	.	.	.	.	.	.	.	■	s		
	Medicago lupulina (Hopfenklee)	.	.	.	.	.	.	■	■ z			
	Melilotus albus (Weißer Steinklee)	.	.	.	.	.	.	.	■	z		
	Mentha aquatica (Wasser-Minze)	.	.	.	X	.	.	.	■	z		
	Myosotis ramosissima (Rauhes Vergißmeinnicht)	.	.	.	.	.	.	X	■	z		
	Nardus stricta (Borstgras)	.	.	.	.	.	.	.	■	Raabe 1951		
	Odontites vulgaris (Roter Zahntrost)	.	.	.	.	X	.	.	■	s Behmann 1984		
	Oenothera biennis (Gewöhnliche Nachtkerze)	.	.	.	.	.	.	.	■	s Ohlsen 1987		
	Ononis repens (Kriechende Hauhechel)	.	.	.	.	.	.	.	■	Raabe 1948, Ohlsen '86		
	Ononis spinosa (Dornige Hauhechel)	.	.	.	.	.	.	.	■	Behmann 1981		
2	Ophioglossum vulgatum (Natternzunge)	.	.	.	.	X	.	.	■	z W. Christiansen 1930		
	Papaver spec. (Mohn)	.	.	.	.	.	.	.	■	Behmann 1982		
3	Parapholis strigosa (Dünnschwanz)	.	.	.	.	.	.	.	■

Liste der Gefäßpflanzen des Bottsandes:

Lateinischer Name (Deutscher Name):

RL

	Lebensraum:	Nachweise:											
		W	S	P	R	SR	FR	G	D	T	1962	1995	Sonstige:
Phalaris arundinacea (Rohr-Glanzgras)	■	z	
2 Phleum arenarium (Sand-Lieschgras)	x	■	s	
Phragmites australis (Schilf)	x	.	x	x	x	.	.	.	.	■	■	h	
Plantago coronopus (Krähenfuß-Wegerich)	.	.	.	x	x	.	.	x	■	■	■	h	
Plantago lanceolata (Spitz-Wegerich)	x	x	.	.	■	■	■	z	
Plantago major ssp. intermedia (Kleiner Wegerich)	x	.	.	.	■	■	■	z	
Plantago major ssp. major (Breit-Wegerich)	x	.	.	■	■	■	z	
Plantago major ssp. winteri (Salz-Wegerich)	x	.	.	.	■	■	■	z	
Plantago maritima ssp. maritima (Strand-Wegerich)	.	.	x	x	.	.	.	.	■	■	■	h	
Poa angustifolia (Schmalblättriges Rispengras)	x	x	.	■	■	■	z	
Poa annua (Einjähriges Rispengras)	.	.	.	x	x	.	x	.	■	■	■	z	
Poa pratensis (Wiesen-Rispengras)	x	x	x	x	■	■	■	h	
Poa humilis (Salz-Rispengras)	.	.	.	x	.	.	x	.	■	■	■	h	
Poa trivialis (Gewöhnliches Rispengras)	x	x	.	.	■	■	■	z	
Polygonum amphibium (Wasser-Knöterich)	.	.	.	x	.	.	.	.	■	■	■	z	
Polygonum aviculare (Vogel-Knöterich)	.	x	.	x	.	.	.	.	■	■	■	z	
Polygonum lapathifolium (Ampfer-Knöterich)	■	■	■	z	
Polygonum persicaria (Floh-Knöterich)	■	■	■	z	
Polypodium vulgare (Gewöhnlicher Tüpfelfarn)	x	.	.	.	.	.	.	.	■	■	■	s	
Populus tremula (Zitter-Pappel)	x	x	■	■	■	z	
Potamogeton pectinatus (Kamm-Laichkraut)	x	.	.	.	.	.	.	.	■	■	■	s	
Potentilla anserina (Gänse-Fingerkraut)	.	.	x	x	x	.	.	.	■	■	■	h	
Potentilla argentea (Silber-Fingerkraut)	x	.	.	■	■	■	s	
Potentilla reptans (Kriechendes Fingerkraut)	.	.	.	x	.	.	.	.	■	■	■	z	
Prunella vulgaris (Kleine Braunelle)	x	.	.	.	■	■	■	s	
Prunus avium (Vogel-Kirsche)	■	■	■	s	
Prunus serotina (Späte Traubenkirsche)	x	.	.	■	■	■	s	
Prunus spinosa var. coetanea (Großblütige Schlehe)	x	.	.	■	■	■	s	
Prunus spinosa ssp. spinosa (Gemeine Schlehe)	x	.	.	■	■	■	Behmann 1984	
Puccinellia distans (Gemeiner Salzschwaden)	.	.	x	.	.	.	.	.	■	■	■	Behmann 1979	
Puccinellia maritima (Andel, Strand-Salzschwaden)	.	x	x	.	.	.	.	.	■	■	■	z	
Quercus robur (Stiel-Eiche)	■	■	■	z	
2 Radiola linoides (Zwerglein)	■	■	■	z	
Ranunculus acris (Scharfer Hahnenfuß)	.	.	.	x	.	.	.	.	■	■	■	z	
Ranunculus bulbosus (Knolliger Hahnenfuß)	x	.	.	■	■	■	z	
Ranunculus repens (Kriechender Hahnenfuß)	x	.	■	■	■	z	
Ranunculus sceleratus (Gift-Hahnenfuß)	.	x	.	.	.	.	.	.	■	■	■	z	
3 Rhinanthus serotinus (Großer Klappertopf)	■	■	■	z	
Ricinus communis (Rizinus, Brechnuß)	.	x	.	.	.	.	.	.	■	■	■	z	
Rosa canina var. dumalis (Hünds-Rose)	x	.	.	■	■	■	z	
Rosa corymbifera ssp. corymbifera (Hecken-Rose)	x	.	.	■	■	■	s	
Rosa rugosa (Kartoffel-Rose)	x	.	.	■	■	■	z	
Rosa subcollina (Hügel-Rose)	x	.	.	■	■	■	s	
Rubus caesius (Kratzbeere, Acker-Brombeere)	.	.	x	.	.	.	.	.	■	■	■	Behmann 1986	
Rubus fruticosus agg. (Brombeeren)	x	.	.	■	■	■	Behmann 1984	
Rubus idaeus (Himbeere)	x	.	.	■	■	■	s	
Rumex acetosella (Kleiner Sauerampfer)	.	.	.	x	.	x	x	x	■	■	■	h	
Rumex crispus (Krauser Ampfer)	.	x	.	x	x	x	x	x	■	■	■	h	
Rumex maritimus (Strand-Ampfer)	.	x	.	x	x	x	x	x	■	■	■	h	
3* Rumex palustris (Sumpf-Ampfer)	.	x	.	x	x	x	x	x	■	■	■	h	
Rumex cf. x pratensis (Bastard-Ampfer)	.	.	.	x	.	.	.	.	■	■	■	s	
3 Ruppia cirrhosa (Spiralige Salde)	x	.	.	.	.	.	.	.	■	■	■	z	Reese 1958
2 Ruppia maritima (Meer-Salde)	x	.	.	.	.	.	.	.	■	■	■	s	Reese 1962
3 Sagina maritima (Strand-Mastkraut)	.	.	x	x	.	.	x	.	■	■	■	h	
Sagina nodosa (Knotiges Mastkraut)	.	.	x	x	.	.	x	.	■	■	■	z	
Sagina procumbens (Niederliegendes Mastkraut)	.	.	x	x	x	x	x	x	■	■	■	h	
Salicornia ramosissima (Ästiger Queller)	x	.	x	x	.	.	x	.	■	■	■	z	Nolte 1834
Salix cinerea (Grau-Weide)	.	.	.	x	.	.	x	.	■	■	■	z	
Salix pentandra (Lorbeer-Weide)	.	.	.	x	.	.	x	.	■	■	■	s	

Liste der Gefäßpflanzen des Bottsandes:

lateinischer Name (Deutscher Name):

RL

	Lebensraum:	Nachweise:										
		W	S	P	R	SR	FR	G	D	T	1962	1995	Sonstige:
Salix x multinervis (Vielnervige Bastard-Weide)	X	.	.	X	.		■ s
Salix repens (Kriech-Weide)	X	X		■ s
Salsola kali ssp. kali (Kali-Salzkraut)	.	X	.	.	.	.	.	.	.	.		■ z
Sambucus niger (Schwarzer Holunder)		■ s Behmann 1979
Schoenoplectus tabernaemontani (Graue Teichsimse)	X	.	X	.	.	.	.	.	.	.		■ z
Scleranthus perennis (Mehrjähriger Knäuel)	X	.		■ s
Scrophularia nodosa (Knötige Braunwurz)		Ohlsen 1986
Scutellaria galericulata (Gemeines Helmkraut)	X	.	.	.	.		■ s Ohlsen 1991
Sedum acre (Mauerpfeffer)	X	.	.		■ z
Sedum maximum (Große Fetttheimne)	X	.	.	X	.		■ z
Senecio sylvaticus (Wald-Greiskraut)	X	.	.		■ z
Senecio vernalis (Frühlings-Greiskraut)	X	X	.		■ z
Senecio viscosus (Klebriges Greiskraut)	.	X	.	.	.	.	.	X	X	.		■ z
Senecio vulgaris (Gemeines Greiskraut)	X	.	.		■ z
Silene latifolia ssp. alba (Weiße Lichtnelke)	X	.	.		■ z
Sinapis arvensis (Acker-Senf)		Raabe 1950
Sisymbrium officinale (Weg-Rauke)	s	Raabe '51, Behmann '96
Sium latifolium (Breitblättriger Merk)		Behmann 1987
Solanum dulcamara (Bittersüßer Nachtschatten)	.	X	.	.	X	.	.	.	.	.		■ z
Solanum lycopersicum (Tomate)	.	X	.	.	.	.	.	.	.	.		■ s
Solanum nigrum (Schwarzer Nachtschatten)	.	X	.	.	.	.	.	.	.	.		■ z Behmann 1981
Sonchus arvensis (Acker-Gänsedistel)	.	X	.	X	X	.	.	X	.	.		■ z
Sonchus asper (Dornige Gänsedistel)	.	X	.	.	.	.	.	.	.	.		■ z
Sonchus oleraceus (Kohl-Gänsedistel)		Raabe 1950
Sonchus palustris (Sumpf-Gänsedistel)		■ z
Spergularia maritima (Flügelsamige Schuppenmiere)	.	.	X	.	.	.	.	.	.	.		■ z
Spergularia rubra (Rote Schuppenmiere)	X	.	.	.		z Raabe 1971
Spergularia salina (Salz-Schuppenmiere)	.	X	.	X	.	.	.	.	.	.		■ z
Stachys palustris (Sumpf-Ziest)		■ z
Stellaria alsine (Quell-Sternmiere)	.	X	.	.	.	.	.	.	.	.		■ s
Stellaria media (Vogelmiere)	X	.	X	.	.	.		■ z
Suaeda flexilis (Strand-Sode)		Timm 1881
Tanacetum vulgare (Rainfarm)		Behmann 1979
Taraxacum laevigatum agg. (Schwielen-Löwenzahn)	X	.	.	.		■ z
Taraxacum officinale agg. (Gemeiner Löwenzahn)	X	X	X	.	.		■ z
Teesdalia nudicaulis (Bauernsenf)	X	.	.		■ s
Thlaspi arvensis (Acker-Hellerkraut)		Behmann 1982
Trifolium arvense (Hasen-Klee)	X	.	.	.		■ z
Trifolium campestre (Gelber Feld-Klee)		■ s
Trifolium dubium (Zwerg-Klee)	X	.	X	.	.		■ z
Trifolium fragiferum (Erdbeer-Klee)	X	.	.	.	.		■ s
Trifolium hybridum (Schweden-Klee)	X	.	.	.	.	.		■ s
Trifolium repens (Weiß-Klee)	X	X	.	.	.	.		h
Triglochin maritimum (Strand-Dreizack)	.	.	X	X	.	.	.	.	.	.		h
3 Triglochin palustre (Sumpf-Dreizack)	.	.	.	X	.	.	.	.	.	.		z
Tripleurospermum perforatum var. salinum (Strandkamille)	X	.	.	X	.	.	X	.	.	.		z
Tussilago farfara (Huflattich)	X	.	.	.	.	.		z
Typha latifolia (Breitblättriger Rohrkolben)	X	.	.	.	.	.		s Behmann 1981
Urtica dioica (Große Brennnessel)	.	X	.	X	.	.	.	.	.	.		z
Urtica urens (Kleine Brennnessel)	.	X	.	.	.	.	.	.	.	.		s Behmann 1984
Veronica arvensis (Feld-Ehrenpreis)	X	.	.	.		z
Vicia angustifolia ssp. angustifolia (Schmalblättrige Wicke)	X	.	.	.		z
Vicia cracca (Vogel-Wicke)		z
Vicia hirsuta (Rauhaarige Wicke)	X	.	.	.		z
Vicia tetrasperma (Viersamige Wicke)	X	.	.	.		z
Viola arvensis (Acker-Stiefmütterchen)		z
3 Viola canina (Hunds-Veilchen)	X	.	.	X	X	.		z
3 Viola palustris (Sumpf-Veilchen)	X	.	.	.	.	.		s
3 Viola tricolor ssp. curtissii (Dünen-Stiefmütterchen)	X	.	X	X	.	.		h
Zostera marina (Gemeines Seegras)	X	.	.	.	.	.	.	.	.	.		Nolte 1823, Ohlsen 1993
Zostera noltii (Zwerg-Seegras)	X	.	.	.	.	.	.	.	.	.		Sick 1933, Behmann '92

7.2 Die Moose des Bottsandes

Liste der Moose des Bottsandes:

RL	Lateinischer Name (Deutscher Name)	Lebensraum						Nachweise:	
		R	SR	FR	G	D	T	Raabe	Wolfram
								1962	1995
	<i>Amblystegium riparium</i> (Ufer-Stumpfdeckelmoos)	.	.	X	.	.	.	■	s
	<i>Amblystegium serpens</i> (Kriechendes Stumpfdeckelmoos)	.	.	X	.	.	.	■	z
	<i>Aulacomnium androgynum</i> (Androgynes Streifenstermoos)	.	.	X	.	X	X	■	h
	<i>Aulacomnium palustre</i> (Sumpf-Streifenstermoos)	.	.	X	.	.	.	■	s
	<i>Barbula convoluta</i> (Rollblättriges Bärchenmoos)	.	.	X	.	.	X	■	s
	<i>Barbula unguiculata</i> (Gekrümmtblättriges Bärchenmoos)	.	.	X	.	.	X	■	s
	<i>Brachythecium albicans</i> (Weißliches Kurzbüchsenmoos)	.	.	X	X	X	X	■	h
	<i>Brachythecium rutabulum</i> (Krückenförmiges Kurzbüchsenmoos)	.	.	X	X	X	X	■	h
V	<i>Bryum algovicum</i> (Hängefrüchtiges Birnmoos)	.	.	X	.	.	.	■	s
	<i>Bryum argenteum</i> (Silber-Birnmoos)	.	.	X	.	.	X	■	z
	<i>Bryum bicolor</i> agg. (Zweifarbenes Birnmoos)	.	.	X	.	X	X	■	h
3	<i>Bryum inclinatum</i> (Geneigfrüchtiges Birnmoos)	.	.	X	.	.	.	■	z
	<i>Bryum intermedium</i> (Schiefmündiges Birnmoos)	.	.	X	.	.	.	■	s
1	<i>Bryum knowltonii</i> (Lachen-Birnmoos)	.	.	X	.	.	.	■	s
neu	<i>Bryum salinum</i> (Salz-Birnmoos)	.	X	.	.	.	.	■	s
	<i>Bryum subelegans</i> (Brutästiges Birnmoos)	.	.	X	.	.	.	■	z
	<i>Calliergon cordifolium</i> (Herzblättriges Schönastmoos)	.	.	X	.	.	.	■	z
	<i>Callieronella cuspidata</i> (Spießmoos)	.	.	X	.	.	.	■	z
2	<i>Campylium polygamum</i> (Goldschlafmoos)	.	.	X	.	.	.	■	s
	<i>Campylopus introflexus</i> (Krummstieltmoos)	.	.	.	.	X	X	■	z
	<i>Cephalozia divaricata</i> (Kleinsproßmoos)	.	.	X	.	X	.	■	h
	<i>Ceratodon purpureus</i> (Hornzahnmoos)	.	.	X	X	X	X	■	h
	<i>Desmatodon heimii</i> (Salz-Pottmoos)	.	X	X	.	.	.	■	z
	<i>Dicranum polysetum</i> (Vielstieltiges Gabelzahnmoos)	X	X	X	.	.	.	■	z
	<i>Dicranum scoparium</i> (Besenartiges Gabelzahnmoos)	.	.	X	X	X	X	■	h
	<i>Didymodon fallax</i> (Täuschendes Bärchenmoos)	.	X	.	.	.	.	■	s
	<i>Ditrichum cylindricum</i> (Sparrblättriges Doppelhaarimoos)	.	.	X	.	.	.	■	s
	<i>Drepanocladus aduncus</i> var. <i>kneiffii</i> (Wiesen-Sichelastmoos)	X	X	X	.	.	.	■	h
	<i>Eurhynchium praelongum</i> (Verschiedenblätt. Schönschnabelmoos)	.	X	X	X	X	X	■	h
	<i>Funaria hygrometrica</i> (Brandstellen-Drehmoos)	.	.	X	.	.	.	■	s
	<i>Hypnum cupressiforme</i> var. <i>lacunosum</i> (Geschwollenes Schlafmoos)	.	X	.	X	X	.	■	h
	<i>Hypnum jutlandicum</i> (Jütisches Schlafmoos)	.	.	X	.	X	X	■	h
?	<i>Leucobryum juniperoides</i> (Wacholder-Weißmoos)	.	.	.	.	.	X	■	s
	<i>Lophocolea bidentata</i> (Zweizähniges Kammkelchmoos)	.	.	X	.	X	X	■	h
	<i>Lophocolea heterophylla</i> (Verschiedenblättriges Kammkelchmoos)	.	.	X	.	X	X	■	h
	<i>Mnium hornum</i> (Schwanenhals-Sternmoos)	.	X	.	.	.	.	■	s
	<i>Orthotrichum diaphanum</i> (Glasspitziges Goldhaarimoos)	.	.	.	.	.	.	■	s
	<i>Plagiothecium denticulatum</i> (Gezähntes Schiebfüßchenmoos)	.	.	.	.	X	X	■	z
	<i>Plagiothecium undulatum</i> (Gewelltblättriges Schiebfüßchenmoos)	.	.	.	.	.	X	■	s
	<i>Pleurozium schreberi</i> (Rostengelmoos)	.	.	.	.	X	X	■	h
	<i>Pohlia nutans</i> (Nickendes Pohlmoos)	.	.	.	.	X	X	■	h
	<i>Polytrichum formosum</i> (Schönes Frauenhaarmoos)	.	.	.	.	X	X	■	z
	<i>Polytrichum juniperinum</i> (Wacholder-Frauenhaarmoos)	.	.	X	.	X	X	■	h
	<i>Polytrichum piliferum</i> (Haarspitziges Frauenhaarmoos)	.	.	.	.	.	X	■	h
	<i>Pottia truncata</i> (Gestutztes Pottmoos)	.	.	X	.	.	.	■	s
	<i>Ptilidium ciliare</i> (Gewimpertes Fransenmoos)	.	.	.	.	.	X	■	z
3	<i>Racomitrium canescens</i> (Graue Zackenmütze)	.	.	.	.	.	X	■	
	<i>Rhytidiodelphus triquetrus</i> (Großer Runzelbruder)	.	.	X	.	X	.	■	s
	<i>Rhytidiodelphus squarrosus</i> (Sparrigen Kranzmoos)	.	.	X	X	.	.	■	h
	<i>Riccardia chamaedryfolia</i> (Gamander-Morastmoos)	.	.	X	.	.	.	■	z
	<i>Scleropodium purum</i> (Grünstengelmoos)	.	.	.	.	X	.	■	z
R	<i>Tortella flavovirens</i> (Meerstrand-Spiralzahnmoos)	.	X	.	.	.	.	■	s
	<i>Tortula ruralis</i> (Dach-Drehzahnmoos)	.	X	.	.	.	X	■	h

Seit der Kartierung von RAABE (1962) hat sich die Zahl der auf dem Bottsand nachgewiesenen Moosarten von 19 auf 52 Arten im Jahre 1995 weit mehr als verdoppelt. *Racomitrium canescens* ist das einzige Moos, das 1995 nicht mehr gefunden werden konnte. *Bryum salinum* wurde erstmals in Schleswig-Holstein nachgewiesen. Die Bryologen Frau W. SCHRÖDER und Herr L. MEINUNGER haben freundlicherweise die Bestimmung der seltenen Arten *Bryum knowltonii*, *Bryum salinum* und *Tortella flavovirens* bestätigt.

7.3 Die Flechten des Bottsandes

Von den untersuchten Blatt- und Strauchflechten des Bottsandes wird die Hälfte der Arten auf der Roten Liste als gefährdet oder stark gefährdet eingestuft (vgl. Kapitel 8). Bereits RAABE (1962) führt die meisten der 1995 gefundenen Flechten an. Er hat 1951 einige Flechten vom Flechtenkundler W. SAXEN bestimmen lassen, die daher gesondert aufgeführt werden. Die noch von SAXEN bestimmte *Cetraria muricata* ist heute verschollen. Da von RAABES Untersuchungen keine Herbarproben vorliegen, konnte seine Angabe von *Cladonia squamosa* nicht überprüft werden. Möglicherweise handelt es sich um die auf dem Bottsand häufige ähnliche *Cladonia ramulosa*. Dagegen beziehen sich RAABES Angaben zu *Peltigera canina* mit großer Wahrscheinlichkeit auf *Peltigera hymenina*.

Liste der Flechten des Bottsandes:

RL	Lateinischer Name (Deutscher Name)	Nachweise:				
		Lebensraum	Saxen	Raab	Wolfram	
	FR	D	T	1951	1962	1995
3	<i>Cetraria aculeata</i> (Strauchige Hornflechte)	.	x	x	■	■ h
2	<i>Cetraria muricata</i> (Feine Hornflechte)	.	.	x	■	■ z
2	<i>Cetraria islandica</i> (Isländisch Moos)	.	.	x	■	■ h
3	<i>Cladonia arbuscula</i> agg. (Einseitwendige Rentierflechte)	.	.	x	■	■ s
2	<i>Cladonia cariosa</i> (Zerschlitzstielige Becherflechte)	x	.	x	■	■ h
3	<i>Cladonia ciliata</i> (Feine Rentierflechte)	.	.	x	■	■ z
	<i>Cladonia coniocraea</i> (Gekrümmte Becherflechte)	.	.	.	■	■ s
2	<i>Cladonia cornuta</i> (Horn-Becherflechte)	.	.	x	■	■ s
2	<i>Cladonia crispata</i> var. <i>cetrariiformis</i> (Krause Becherflechte)	.	.	x	■	■ s
	<i>Cladonia fimbriata</i> (Kelchförmige Becherflechte)	.	.	x	■	■ h
	<i>Cladonia foliacea</i> (Blättrige Becherflechte)	.	.	x	■	■ h
	<i>Cladonia furcata</i> (Gegabelte Becherflechte)	x	.	x	■	■ h
	<i>Cladonia glauca</i> (Graugrüne Becherflechte)	.	.	x	■	■ h
	<i>Cladonia gracilis</i> (Schlanke Becherflechte)	.	.	x	■	■ z
3	<i>Cladonia humilis</i> (Niedrigwüchsige Becherflechte)	.	.	x	■	■ h
	<i>Cladonia macilenta</i> ssp. <i>floricana</i> (Rotfuchtige Becherflechte)	.	.	x	■	■ z
	<i>Cladonia macilenta</i> ssp. <i>macilenta</i> (Rotfruchtige Becherflechte)	.	.	x	■	■ s
	<i>Cladonia portentosa</i> (Allseitwendige Rentierflechte)	.	.	x	■	■ h
	<i>Cladonia pyxidata</i> agg. (Warzige Becherflechte)	.	.	x	■	■ h
3	<i>Cladonia ramulosa</i> (Vielförmige Becherflechte)	.	.	x	■	■ h
2	<i>Cladonia rangiformis</i> (Rentier-Becherflechte)	x	.	x	■	■ h
2	<i>Cladonia scabridula</i> (Gegabelte Becherflechte)	.	.	x	■	■ z
3	<i>Cladonia squamosa</i> (Schuppen-Becherflechte)	.	.	.	■	■ h
	<i>Cladonia subulata</i> (Stiffförmige Becherflechte)	.	.	x	■	■ z
3	<i>Cladonia uncialis</i> (Dreizipflige Rentierflechte)	.	.	x	■	■ s
	<i>Evernia prunastri</i> (Eichenmoos)	.	.	x	■	■ z
	<i>Hypogymnia physodes</i> (Lippen-Schüsselflechte)	.	x	x	■	■ z
3	<i>Peltigera didactyla</i> (Gefingerte Schildflechte)	x	.	x	■	■ z
3	<i>Peltigera hymenina</i> (Grüngraue Schildflechte)	.	.	x	■	■ z
	<i>Physcia tenella</i> (Zierliche Schwienflechte)	.	.	.	■	■ z
	<i>Xanthoria parietina</i> (Wand-Gelbflechte)	.	.	x	■	■ z
	<i>Xanthoria polycarpa</i> (Gelbflechte)	.	.	x	■	■ z

8 Naturschutzaspekte

Während der größte Teil der Probsteiküste durch Baumaßnahmen zum Küstenschutz verändert oder touristisch intensiv genutzt wird, ist auf dem Bottsand ein kleines Stück weitgehend ungestörter Ostseeküstenlandschaft erhalten geblieben. Ziel des Naturschutzes ist es daher, diesen Landschaftsteil mit seiner zahlen- und artenreichen Pflanzen- und Tierwelt zu erhalten. Um dieses Ziel zu verfolgen, besteht derzeit ein ganzjähriges Betretungsverbot. Besondere Bedeutung besitzt dieses Betretungsverbotes für die Flechten. Vor allem die Strauchflechten der Gattung *Cladonia* sind besonders bei Trockenheit extrem trittempfindlich. Bei derartigen mechanischen Belastungen entwickeln die Becherflechten nur Grundthalli und keine Podetien (Becher), wie es im *Caric-Airetum praecocis* (vgl. 4.6.2.2) am Badestrand zu beobachten ist. Die rein strauchförmigen Rentierflechten kommen aus diesem Grunde fast nur im Naturschutzgebiet vor. Aus botanischer Sicht ist ein ganzjähriges Betretungsverbot zwar nicht notwendig, um jedoch beispielsweise die einmaligen flechtenreichen Sandtrockenrasen zu erhalten, sind erhebliche Einschränkungen erforderlich. Da der Bottsand wichtiges Brut- und Rastgebiet zahlreicher Vögel ist, sind vor allem aus Gründen des Vogelschutzes weitere zeitliche Einschränkungen notwendig. Sollte im Rahmen der Öffentlichkeitsarbeit für den Naturschutz der Bottsand in Teilen für Interessierte zugänglich gemacht werden, sollte das Gebiet nur in Kleingruppen unter fachkundiger Leitung betreten werden.

Auf dem Bottsand läßt sich in idealer Weise die Vegetationsentwicklung auf unterschiedlich alten Strandwällen, Dünen und Salzrasen verfolgen. Voraussetzung dafür ist die Bildung neuer Nehrungshaken durch Sturmfluten, wie sie sich in den vergangenen 120 Jahren in beispielhafter Weise vollzog. Der Bottsand hat inzwischen die Hafenmolen der Marina erreicht und kann sich nicht weiter südwestlich ausbreiten. Neue Pionierstadien der Sukzession werden daher in der Zukunft seltener werden, es sei denn, daß sich neue Strandwälle der heutigen Küste vorlagern oder die Bottsandlagune verlandet. Diese geomorphologischen Prozesse sollten daher nicht durch Küstenbaumaßnahmen eingeschränkt werden.

Derzeit kommen im Naturschutzgebiet Bottsand vier Arten vor, die nach den Roten Listen für Schleswig-Holstein vom Aussterben bedroht sind (RL 1), dazu eine extrem seltene Art (RL R) und mit *Bryum salinum* eine weitere sehr seltene Art, die in der Bundesrepublik Deutschland bisher nur auf dem Bottsand nachgewiesen wurde. Ihnen sollte daher besondere Aufmerksamkeit geschenkt werden.

1) Die sehr seltene *Bassia hirsuta* ist eine Pionierpflanze und kommt auf dem Bottsand an Standorten vor, die bei rasch fortschreitender Sukzession von anderen Pflanzen besiedelt werden. Schutzmaßnahmen sind daher kaum möglich. Das derzeitige Vorkommen sollte jährlich überprüft werden. Wenn mit zunehmender Aufsandung der Bottsandlagune dort neue Stillwasserzonen mit geeigneten Lebensräumen für *Bassia hirsuta* bilden, so sollte darauf geachtet werden, daß diese Standorte nicht zerstört werden, z. B. durch Baggerarbeiten bei der Hafenvertiefung.

2) *Atriplex longipes* kommt sowohl als Begleitpflanze in Brackwasser-Röhrichten, Küstenflut- und Salzrasen als auch in der Melden-Tangwall-Gesellschaft (*Atriplicetum littoralis*) vor. Die

Art neigt zu Bastardierungen mit *Atriplex prostrata*, so daß typische Exemplare der Art sehr selten sind. Die Melden an der schleswig-holsteinischen Ostseeküste sind in letzter Zeit nicht untersucht worden, zumal es sich um eine nicht leicht bestimmmbare Gattung handelt. Daher ist die tatsächliche Verbreitung von *Atriplex longipes* in Schleswig-Holstein nicht bekannt. Generell sind potentielle Standorte der Art am ehesten durch Strandverbauungen und Räumung der Seegras- und Tangwälle bedroht. Diese Gefährdung kann für das Naturschutzgebiet ausgeschlossen werden.

3) *Bupleurum tenuissimum* ist seit langem vom Bottsand bekannt. Da die Art sehr unscheinbar ist, wurde sie seit der Kartierung Raabes 1962 vermutlich nicht beachtet. In den Jahren 1994–1996 waren die Bestände entlang des NSG-Zaunes mit geschätzten über 1000 Exemplaren stabil. Unter den derzeitigen Bedingungen kann sich die Art dort weiterhin halten. Sie benötigt eine niedrige bis offene Vegetation, wie sie derzeit durch Vertritt, Mahd und anderweitige Störungen hervorgerufen wird. Besondere Schutzmaßnahmen sind daher nicht erforderlich.

4) *Bryum knowltonii* wurde bisher nur sehr selten in Schleswig-Holstein gefunden. In DÜLL (1994) werden als Fundorte angegeben "z.B. bei Hamburg (noch 1909) und bei Güster, Kreis Lauenburg, leg. WALSEMANN 1969, det. F. KOPPE." Auch in anderen Bundesländern ist die Art selten oder sogar verschollen. *Bryum knowltonii* wächst auf dem Bottsand in kleinen, dichten grünen Polstern auf dem humosen Sand eines ehemaligen Spülzaumes zusammen mit *Agrostis stolonifera*, *Tripleurospermum perforatum* und *Rumex crispus*.

5) *Tortella flavovirens* gehört zu den extrem seltenen Moosen in Deutschland (RL R). An der schleswig-holsteinischen Ostseeküste wurde es bisher nur an der Geltinger Birk von TIMM 1914 (JENSEN 1952) und PROBST 1979 (Herbar F. SCHULZ) gefunden. Der Bottsand ist der einzige aktuelle Fundort an der Ostseeküste. Von der Nordsee gibt es Funde von Sylt (SCHRÖDER 1991 in Herbar F. SCHULZ), Föhr 1925, Borkum 1968, Spiekeroog 1949 und Langeoog 1895 (in DÜLL & MEINUNGER 1989). Der Standort auf dem Bottsand ist nur sehr klein und akut gefährdet. Die Art wächst auf einem vermutlich von Kaninchen gestörtem Standort. Da sie auf Störfächern angewiesen ist, kann sich das Vorkommen möglicherweise noch ausbreiten oder aber schlagartig verschwinden. Auf basischen Strandwällen der Ostseeküste sollte verstärkt nach weiteren Vorkommen der Art gesucht werden.

6) *Bryum salinum* wächst auf dem Bottsand in der niedrigwüchsigen Strandmastkraut-Gesellschaft am Fuße eines älteren Strandwalls. Die Art ist entlang der skandinavischen Küsten verbreitet (GILLNER 1960, NYHOLM 1993), so daß das Vorkommen der Art für Deutschland bisher schon vermutet worden war. Auch wenn vereinzelte weitere Funde in Deutschland zu erwarten sind, unterstreicht das Vorkommen von so seltenen Moosen wie *Bryum salinum* und *Tortella flavovirens* auf dem Bottsand, wie wichtig ungestörte, nicht verbaute Strandwallsysteme für diese Arten sind.

Nach DIJKEMA (1987) und anderen Autoren ist eine extensive Beweidung der Salzrasen notwendig, um diesen Vegetationstyp zu erhalten und die Ausbreitung von Schilf-Röhrichten in Salzrasen zu verhindern. Auf dem Bottsand ist jedoch nicht mit einem Verlust der Salzrasen und

damit der gefährdeten Arten *Carex distans*, *C. extensa*, *Centaurium littorale*, *C. pulchellum*, *Sagina nodosa*, *S. maritima* oder *Juncus maritimus* durch Verschilfung zu rechnen. Diese Arten sind zum Teil besonders in denjenigen Salzrasen verbreitet, die von Kaninchen intensiv beweidet werden. Die großen Vorkommen von *Carex extensa* würden vermutlich bei einer Rinder-Beweidung zurückgehen. Die Kaninchen-Beweidung reicht offenbar aus, um Lebensraum für niedrigwüchsige Salzrasenarten zu schaffen. Hier fördert die Kaninchen-Beweidung die Ausbreitung einiger Salzrasenarten. Eine Beweidung durch Vieh ist zur Erhaltung der Salzrasen des Bottsandes nicht erforderlich.

Schon bisher wurde die großflächige Ausbreitung der neophytischen Art *Rosa rugosa* auf den Trockenrasen durch gezielte Pflegemaßnahmen (Mahd, Rodung) verhindert (BEHMANN 1988). Auch weiterhin sollte eine zu starke Ausbreitung der Art verhindert werden, um die artenreichen Trockenrasenflächen zu erhalten.

Ein weiterer botanisch interessanter Naturschutzaspekt betrifft die Futterpflanzen mono- oder oligophager Insekten. Zum Beispiel ist *Epilobium angustifolium* auf dem Bottsand Futterpflanze für die Raupen der geschützten Schwärmer *Pergesa elpenor* (Mittlerer Weinschwärmer) und *Celerio galli* (Labkraut-Schwärmer) und *Viola tricolor* ssp. *curtisii* für *Issoria lathonia* (Perlmutterfalter).

9 Zusammenfassung

Im Jahre 1995 wurde die Vegetation des Bottsandes, eines Nehrungshakens der Kieler Außenförde an der schleswig-holsteinischen Ostseeküste, untersucht. Das Untersuchungsgebiet weist Dünen, Trockenrasen, Flutrasen, Salzrasen, Brackwasser-Röhrichte und eine Brackwasserlagunen auf. Die Vegetation wurde in 32 Pflanzengesellschaften gegliedert, die durch 424 Vegetationsaufnahmen in 12 Tabellen und 2 Transekten dokumentiert werden. In einer Vegetationskarte wird die Verbreitung der Pflanzengesellschaften dargestellt.

Seit den vegetationskundlichen Untersuchungen RAABES 1962 hat auf dem Bottsand eine deutliche Vegetationsentwicklung stattgefunden. Das Brackwasser-Röhricht (**Bolboschoenetum maritimi**) hat sich auf niedrig gelegenen, ehemaligen Andelrasen (**Puccinellietum maritimae**) und in die Wattflächen hinein ausgebreitet. Die höher gelegenen Andelrasen sind in einen Salz-Binsen-Rasen (**Juncetum gerardii**) übergegangen. Auf den Strandwällen und Altdünen hat sich der Schaf-Schwingel-Trockenrasen (**Galio veri-Festucetum ovinae**) ausgebreitet. Diese Gesellschaft bildet hier ein Dauerstadium in der Sukzession, da sich in der Vergangenheit Gehölze nur sehr vereinzelt und meist nur vorübergehend ansiedeln konnten. In den vergangenen 40 Jahren ist der Bottsand durch neue Nehrungshaken um ein Drittel der damaligen Fläche angewachsen.

Im Untersuchungszeitraum wurden auf dem Bottsand 246 Gefäßpflanzen-Arten gefunden, von denen nach der Roten Liste Schleswig-Holsteins (MIERWALD & BELLER 1990) 3 Arten vom Aussterben bedroht, 7 stark gefährdet, 16 gefährdet und 2 potentiell gefährdet sind. Von den 52 gefundenen Moosarten sind nach LUDWIG et al. (1996) eine Art extrem selten, eine vom Aussterben bedroht, eine stark gefährdet, eine gefährdet und wurde mit *Bryum salinum* eine Art erstmals für die Bundesrepublik Deutschland nachgewiesen. Von den 30 Flechten-Arten sind nach JACOBSEN (1992) 6 stark gefährdet und 8 gefährdet.

Die Salzrasen des Bottsandes werden seit über dreißig Jahren nicht landwirtschaftlich als Weidefläche genutzt. Allerdings werden sie von Kaninchen stellenweise intensiv beweidet. Hier schaffen die Kaninchen ein Mosaik von niedriger und hoher Vegetation, in dem Flächen mit niedriger Vegetation bevorzugt beweidet werden. Das gilt auch für eine experimentell geschaffene kurzrasige Vegetation in Bereichen hoher Vegetation. Die Ergebnisse eines Beweidungsexperimentes zeigen, daß die Ausbildung der Vegetationsmosaike auf dem Bottsand wahrscheinlich von der Phytomasseproduktion der Salzrasen und der Beweidungsintensität der Kaninchen abhängig ist. Um eine kurzrasige Vegetation länger zu erhalten, muß die Beweidungsintensität hoch genug sein, um eine Streuakkumulation zu vermeiden. Daher kann sich eine kurzrasige Vegetation in Salzrasen mit einer geringeren Phytomasseproduktion länger halten als in Salzrasen hoher Phytomasseproduktion.

Auf intensiv von Kaninchen beweideten, kurzrasigen Stellen im Salzrasen ist der Anteil von *Glaux maritima* an der Vegetation höher und der von *Festuca rubra* niedriger als auf kaum beweideten Stellen mit einer hohen Vegetation.

Abschließend werden Naturschutzaspekte angesprochen.

10 Literatur

- ADAM, P. (1976): On the phytocoenological status of *Juncus maritimus* on British saltmarshes. – *Vegetatio* 35: 81–94, The Hague.
- ADLER, W., K. OSWALD & R. FISCHER (1994): *Exkursionsflora von Österreich*. – 1180 S., Ulmer, Stuttgart, Wien.
- ARNOLD, G. W. (1963): Factors within plant association affecting the behavior and performance of grazing animals. – In: D. J. CRISP (ed.), *Grazing in terrestrial and marine environments*. Blackwell Scientific, London.
- AX, P. (1951): Die Turbellarien des Eulitorals der Kieler Bucht. – *Zool. Jahrb. Syst.* **80**: 277–378, Jena.
- BABCYNSKA, B & F. CELINSKI (1978): Die Assoziationskomplexe des Küstengebietes der Insel Wolin. – In : R. TÜXEN (Hrsg.), *Assoziationskomplexe (Sigmeten)*. Ber. Int. Symp. Int. Ver. Vegetationskd. **1977**: 51–65, Cramer, Vaduz.
- BAKKER, J. P. (1985): The impact of grazing on plant communities, plant populations and soil condition on salt marshes. – *Vegetatio* **62**: 391–398, The Hague.
- BAKKER, J. P. (1989): Nature Management by Grazing and Cutting. – *Geobotany* **14**, 440 pp., Dordrecht.
- BAKKER, J. P. (1990): Effects of Grazing and Hay-making on Waddensea Saltmarshes. – In: C. H. OVESEN (ed.), *Saltmarsh Management in the Waddensea Region*. Proceedings Second Trilateral Working Conference, Rømø, Danmark 1989, pp. 51–65, National Forest Nature Agency.
- BAKKER, J. P., J. DE LEEUW & S. E. VAN WIEREN (1983): Micropatterns in grassland vegetation created and sustained by sheep grazing. – *Vegetatio* **55**: 153–161, The Hague.
- BALÁTOVÁ-TULÁČKOVÁ, E., L. MUCINA, T. ELLMAUER, S. WALLNÖFER (1993): Phragmiti-Magnocaricetea. – In: G. GRABHERR & L. MUCINA (Hrsg.), *Die Pflanzengesellschaften Österreichs II*: 79–130, G. Fischer, Jena.
- BARKMANN, J. J., J. MORAVEC & S. RAUSCHERT (1986): Code der pflanzensoziologischen Nomenklatur. – 2. Aufl., *Vegetatio* **67**: 145–195, The Hague.
- BAZELY, D. R. & R. L. JEFFERIES (1986): Changes in the composition and standing crop of salt-marsh communities in response to the removal of a grazer. – *J. Ecol.* **74**: 693–706, Oxford.
- BAZELY, D. R. & R. L. JEFFERIES (1989): Leaf and shoot demography of an arctic stoloniferous grass, *Puccinellia phryganodes* in response to grazing. – *J. Ecol.* **77**: 811–822, Oxford.
- BEEFTINK, W. G. (1965): De zoutvegetatie van ZW-Nederland beschouwd in Europees Verband. – Meded. Landbouwhogeschool Wageningen **65-1**, 167 S., Wageningen.
- BEEFTINK, W. G. (1968): Die Systematik der europäischen Salzpflanzengesellschaften. In: R. TÜXEN (Hrsg.), *Pflanzensoziologische Systematik*. – Ber. Int. Symp. Int. Ver. Vegetationskd. **1964**: 139–163, W. Junk, Den Haag.

- BEHMANN, H. (1988): Der Bottsand – ein Nehrungshaken an der Kieler Außenförde. – In: O. G. MEIER (Hrsg.), Die Naturschutzgebiete im Kreis Plön und in der Stadt Kiel. – S. 146–164, Boyens & Co., Heide.
- BEHMANN, H. (1990): Jahresberichte für das Naturschutzgebiet Bottsand 1977–1990. – Manuskript Untere Naturschutzbehörde Kreis Plön, unveröffentlicht, Plön.
- BEHMANN, H. & P. OHLSEN (1994): Jahresberichte für das Naturschutzgebiet Bottsand 1991–1994. – Manuskript Untere Naturschutzbehörde Kreis Plön, unveröffentlicht, Plön.
- BELSKY, A. J. (1986): Does herbivory benefit plants? A review of the evidence. – Amer. Nat. **127**: 870–892, Chicago.
- BELSKY, A. J. (1987): The effects of grazing: Confounding of ecosystem, community, and organism scales. – Amer. Nat. **129**: 777–783, Chicago.
- BERG, G., P. ESSELINK, M. GROENEWEG & K. KIEHL (in prep.): Micropatterns in a *Festuca rubra* dominated salt-marsh vegetation induced by sheep grazing.
- BILIO, M. (1962): Die aquatische Bodenfauna des Andelrasens (**Puccinellietum maritimae**) – Eine vergleichend-ökologische Studie. – Diss. Univ. Kiel, 252 S., Kiel.
- BRAND, G. (1955): Neuzeitliche Veränderungen der Ostseeküste vor der Kolberger Heide. – Meyniana **4**: 112–116, Kiel.
- BRAUN-BLANQUET, J. (1964): Pflanzensoziologie. – 3. Aufl., 865 S., Springer, Wien.
- BRAUN-BLANQUET, J. & W. C. DE LEEUW (1936): Vegetationsskizze von Ameland. – Nederl. Kuidk. Archief **46**: 359–393, Wageningen.
- BRESSAU, S. & R. SCHMIDT (1979): Geologische Untersuchungen zum Sedimenthaushalt der Küste der Probstei und erste Erkundungen zur Sandgewinnung in der westlichen Ostsee. – Mitt. Leichtweiss-Inst. Wasserbau TU Braunschweig **65**: 191–209, Braunschweig.
- CHRISTIANSEN, A., W. CHRISTIANSEN & W. CHRISTIANSEN (1922): Flora von Kiel, 330 S., Schl.-Holst. Verlagsanstalt Handorf, Kiel.
- CHRISTIANSEN, W. (1937): Beobachtungen an Dauerquadraten auf der Lotseninsel Schleimünde. – Schr. Naturwiss. Ver. Schlesw.-Holst. **22**: 69–88, Kiel.
- CHRISTIANSEN, W. (1953): Neue kritische Flora von Schleswig-Holstein. – 532 S., Möller, Rendsburg.
- CHRISTIANSEN, W. (1955): Pflanzenkunde von Schleswig-Holstein. – 2. Aufl., 168 S., Wachholtz, Neumünster.
- DENGLER, J. (1996): Anmerkungen zur Taxonomie und Bestimmung von Schaf-Schwingeln i. w. S. (*Festuca ovina* agg.) in Deutschland unter besonderer Berücksichtigung Schleswig-Holsteins. – Kieler Notizen Pflanzenkd. **24**: 1–29, Kiel.
- DEUTSCHER WETTERDIENST (1967): Klimaatlas von Schleswig-Holstein, Hamburg und Bremen. – 43 S., 63 Karten, 11 Taf., Offenbach.
- DETTE, H. H. & H.-J. STEPHAN (1979): Seegang und Seegangswirkung im Küstenvorfeld der Probstei. – Mitt. Leichtweiss-Inst. f. Wasserbau TU Braunschweig **65**: 89–136, Braunschweig.
- DIEREN, J. VAN (1934): Organogene Dünenbildung. – 304 S., M. Nijhoff, Den Haag.

- DIERSSSEN, K. (1990): Einführung in die Pflanzensoziologie. – 241 S., Wiss. Buchgesellschaft, Darmstadt.
- DIERSSSEN, K. (1993): Binnenländische und küstengebundene Heiden im Vergleich. – Ber. R. Tüxen Ges. 5: 183–197, Hannover.
- DIERSSSEN, K. (1996): Vegetation Nordeuropas. – 838 S., Ulmer, Stuttgart.
- DIERSSSEN, K., H. VON GLAHN, W. HÄRDITLE, H. HÖPER, U. MIERWALD, J. SCHRAUTZER & A. WOLF (1988): Rote Liste der Pflanzengesellschaften Schleswig-Holsteins. – Schriftenr. Landesamt Naturschutz Landschaftspfl. Schleswig-Holstein 6, 157 S., Neumünster.
- DIETHELM, R. & H. PITZKA (1987): Zur geologischen Entwicklung der Salzwiesenniederung an der Probstei-Küste (Schleswig-Holstein). – Meyniana 39: 119–126, Kiel.
- DIJKEMA, K. S. (1987): Geography of salt marshes in Europe. – Z. Geomorph. N. F. 31: 489–499, Berlin.
- DÜLL, R. (1994): Deutschlands Moose – 2. Teil: Grimmiales bis Orthotrichales. – 211 S., IDH, Bad Münstereifel.
- DÜLL, R. & L. MEINUNGER (1989): Deutschlands Moose – 1. Teil: Anthocerotae bis Pottiales. – 255 S., IDH, Bad Münstereifel.
- EIBEN, H. & M. MÖLLER (1979): Zur quantitativen Erfassung von morphologischen Änderungen im Küstenvorfeld der Probstei. – Mitt. Leichtweiss-Inst. Wasserbau TU Braunschweig 65: 241–269, Braunschweig.
- EISCHEID, I., S. GETTNER, K. KIEHL & J. WALTER (1994): Wachstum und Produktion in der Salzwiese und ihre Veränderung durch Beweidung, Teilbericht C. – Ökosystemforschung Wattenmeer Schleswig-Holstein – Teilvorhaben A. 5.2 und 5.3 Bioindikatoren im Supralitoral, S. 1–119, unveröff. Gutachten, Landesstelle Vegetationskunde Univ. Kiel, Kiel.
- ELLENBERG, H. (1956): Aufgaben und Methoden der Vegetationskunde. – In: H. WALTER (Hrsg.), Einführung in die Phytologie, Bd. IV/1, 136 S., Ulmer, Stuttgart.
- ELLENBERG, H. (1986): Vegetation Mitteleuropas mit den Alpen. – 4. Aufl. 989 S., Ulmer, Stuttgart.
- ELLMAUER, T. & L. MUCINA (1993): Molinio-Arrhenatheretea. In: L. MUCINA, G. GRABHERR & T. ELLMAUER (Hrsg.), Die Pflanzengesellschaften Österreichs I: 297–401, G. Fischer, Jena.
- FRAHM, J.-P. & W. FREY (1992): Moosflora. – 3. Aufl., 528 S., UTB 1250, Ulmer, Stuttgart.
- FREY, W., J.-P. FRAHM, E. FISCHER. & W. LOBIN (1995): Die Moos- und Farnearten Europas. – Kleine Kryptogamenflora (GAMS) IV: 1–318, G. Fischer, Stuttgart, Jena, New York.
- FUKAREK, F. (1961): Die Vegetation des Darß und ihre Geschichte. – Pflanzensoziologie 12, 349 S., Jena.
- FUKAREK, F. (1969): Ein Beitrag zur potentiellen natürlichen Vegetation von Mecklenburg. – Mitt. flor.-soz. Arbeitsgem. N. F. 14: 231–237, Todermann ü. Rinteln.
- GARVE, E. (1982): Die *Atriplex*-Arten (Chenopodiaceae) der deutschen Nordseeküste. – Tuexenia 2: 287–333, Göttingen.

- GERLACH, S. A. (1953): Die biozönotische Gliederung der Nematodenfauna an den deutschen Küsten. – Z. Morph. Ökol. Tiere **41**: 411–512, Berlin.
- GILLHAM, M. E. (1955): Ecology of Pembrokeshire Islands III. The effect of grazing on vegetation. – J. Ecol. **43**: 172–206, London.
- GILLNER, V. (1960): Vegetations- und Standortsuntersuchungen in den Strandwiesen der Schwedischen Westküste. – Acta Phytogeogr. Suec. **43**, 198 S., Göteborg.
- GUENTHER, E. W., G. NOBIS, K. RADDATZ & R. SCHÜTRUMPF (1952): Frühgeschichtliche Moorfunde von Barsbek (Kreis Plön). – Meyniana **1**: 32–57, Kiel.
- HALLBERG, H. P. (1971): Vegetation auf den Schalenablagerungen in Bohuslän, Schweden. – Acta Phytogergr. Suec. **56**, 162 S., Uppsala.
- HANSEN, D. (1982): Entwicklung und Beeinflussung der Nettoprimärproduktion auf Vorlandflächen im Vogelschutzgebiet Hauke-Haien-Koog. – Schr. Inst. Wasserwirt. Landschaftsökol. Chr.-Albr.-Univ. Kiel **1**. 273 S., Kiel.
- HÄRDTLE, W. (1984): Vegetationskundliche Untersuchungen in Salzwiesen der ostholsteinischen Ostseeküste. – Mitt. Arbeitsgem. Geobot. Schl.-Hol. Hamb. **34**, 142 S., Kiel.
- HELLFELDT, K.-H. (1981): Vegetationskundliche Untersuchungen im NSG Weißenhäuser Brök. – Examensarbeit Bot. Inst. Univ. Kiel, 90 S., Kiel.
- HELLER, J. (1974): Ergebnisse ökologischer Untersuchungen im Naturschutzgebiet Bottsand und die Bedeutung dieses Gebietes für Lehre und Forschung. – Examensarbeit Zool. Inst. Univ. Kiel, 97 S., Kiel.
- HENNIPMAN, E. (1978): De Nederlandse *Cladonia's* (Lichenes). – 2. ed. (H. J. M. SIPMAN ed.) Wetensch. Meded. K. N. N. V. **124**, 80 S., Hoogwoud.
- HEYDEMANN, B. (1964): Die Spinnenfauna des Naturschutzgebietes Bottsand, der Kolberger Heide und des Schönberger Strandes. – Faun. Mitt. Norddeutschland **2**: 133–141, Kiel.
- HIK, D. S. & R. L. JEFFERIES (1990): Increases in the net above-ground primary production of a salt-marsh forage grass: A test of the predictions of the herbivore-optimization model. – J. Ecol. **78**: 180–195, Oxford.
- HINTZ, R. A. (1958): Die Strandwälle im Gebiet der Kolberger Heide und die Entstehung des Laboeer Sandes. – Meyniana **6**: 127–130, Kiel.
- HÜPPE, J. (1993): Entwicklung der Tieflands-Heidegesellschaften Mitteleuropas in geobotanisch-vegetationskundlicher Sicht. – Ber. R. Tüxen Ges. **5**: 49–75, Hannover.
- JACOBSEN, P. (1992): Flechten in Schleswig-Holstein: Bestand, Gefährdung und Bedeutung als Bioindikator. – Mitt. Arbeitsgem. Geobot. Schl.-Hol. Hambg. **42**, 234 S., Kiel.
- JENSEN, N. (1952): Die Moosflora von Schleswig-Holstein. – Mitt. Arbeitsgem. Geobot. Schl.-Hol. Hamb. **4**, 240 S., Kiel.
- JESCHKE, L. (1983): Landeskulturelle Probleme des Salzgraslandes an der Küste. – Naturschutzarb. Meckl. **26**: 5–12, Rostock, Schwerin, Neubrandenburg.
- JESCHKE, L. (1991): 4.7.3.1. Salzweiden. – In: U. WEGENER (Hrsg.), Schutz und Pflege von Lebensräumen. S. 225–232, G. Fischer, Jena.

- KANNENBERG, E.-G. (1959): Schutz und Entwässerung der Niederungsgebiete an der schleswig-holsteinischen Ostseeküste. – Die Küste 7: 47–106, Heide.
- KELLER, K. (1995): Besiedlungsmuster der Vegetation in einem ehemaligen Kiesabbaugebiet bei Warder (Schleswig-Holstein). – Examensarbeit Bot. Inst. Univ. Kiel. 98 S., Kiel.
- KIFFE, K. (1989): Der Einfluß der Kaninchenbeweidung auf die Vegetation am Beispiel des Straußgras-Dünenrasens der Ostfriesischen Inseln. – Tuexenia 9: 283–291, Göttingen.
- KLUG, H. (1973): Neue Forschungen zur Küstenentwicklung im südlichen Ostseeraum. – In: Kieler Universitätstage 1973 "Skandinavien und Ostseeraum" (Vorträge), S. 101–126, Kiel.
- KLUG, H. (1980): Der Anstieg des Ostseespiegels im deutschen Küstenraum seit dem Mittelatlantikum. – Eiszeitalter u. Gegenwart 30: 237–252, Hannover.
- KLUG, H., T. ERLENKEUSER, T. ERNST & H. WILLKOMM (1974): Sedimentationsabfolge und Transgressionsverlauf im Küstenraum der östlichen Kieler Außenförde während der letzten 5000 Jahre. – Offa 31: 5–18, Neumünster.
- KNÖLLNER, F. H. (1935): Ökologische und Systematische Untersuchungen über litorale und marine Oligochaeten der Kieler Bucht. – Zool. Jahrb. Syst. 66: 425–463, Jena.
- KNÜLLE, W. (1952): Die geomorphologischen Grundlagen der Meeresküste: Ökologie und ihre Bedeutung für die räumliche Anordnung der Spinnen-Lebensgemeinschaften. – Kieler Meeresforschung 9: 112–125, Kiel.
- KOPPEL, J. VAN DER, J. HUISMAN, R. VAN DER WAL & H. OLFF (1996): Patterns of Herbivory along a productivity gradient: An empirical and theoretical investigation. – Ecology: 77: 736–745, Washington DC.
- KÖSTER, R. (1955): Die Morphologie der Strandwall-Landschaft und die erdgeschichtliche Entwicklung der Küsten Ostwagriens und Fehmarns. – Meyniana 4: 52–65, Kiel.
- KÖSTER, R. (1979): Die Sedimente im Küstengebiet der Probstei. – Mitt. Leichtweiss-Inst. Wasserbau TU Braunschweig 65: 165–189, Braunschweig.
- KRAUSCH, H.-D. (1968): Die Sandtrockenrasen (*Sedo-Scleranthetea*) in Brandenburg. – Mitt. flor.-soz. Arbeitsgem. 13: 71–100, Todemann ü. Rinteln.
- LANDESVERMESSUNGSAKT SCHLESWIG-HOLSTEIN (1995): TK 25, MTB 1527 Laboe, Kiel.
- LANDWEHR, J. (1978): Atlas van de Nederlandse Bladmossen. – 2. ed., 548 S., K. N. N. V., Amsterdam.
- LANDWEHR, J. (1980): Atlas Nederlandse Levermossen. – 287 S., K. N. N. V., Zutphen.
- LEEUW, J. DE, H. OLFF & J. P. BAKKER (1990): Year-by-year variation in peak above-ground biomass of six salt-marsh angiosperm communities as related to rainfall deficit and inundation frequency. – Aquatic Botany 36: 139–151, Amsterdam.
- LITTLE, L. R. & M. A. MAUN (1996): The '*Ammophila* problem' revisited: a role for mycorrhizal fungi. – J. Ecology 84: 1–7, Oxford.
- LOOS, G. H. (1994): Untersuchungen zur Taxonomie, Ökologie und Soziologie der *Poa pratensis*-Gruppe. I. Viatische Emigration bei *Poa humilis*. – Tuexenia 14: 403–414, Göttingen.

- LUDWIG, G., R. DÜLL, G. PHILIPPI, M. AHRENS, S. CASPARI, M. KOPERSKI, S. LÜTT, F. SCHULZ & G. SCHWAB (1996): Rote Liste der Moose (Anthocerophyta et Bryophyta) Deutschlands. – Schr. R. f. Vegetationskde **28**: 189–306, BfN, Bonn-Bad Godesberg.
- LUTZE, G. F. (1968): Jahresgang der Foraminiferen-Fauna in der Bottsand-Lagune (westliche Ostsee). – Meyniana **18**: 13–30, Kiel.
- LUX, H. (1964): Die biologischen Grundlagen der Strandhaferfanzungen und Silbergrasansaaten im Dünenbau. – Angew. Planzenoz. **20**: 5–53, Stolzenau.
- MC NAUGHTON, S. J. (1984): Grazing lawns: animal in herds, plant form, and coevolution. – Amer. Nat. **124**: 863–886, Chicago.
- MENKE, B. (1969): Vegetationskundliche und vegetationsgeschichtliche Untersuchungen an Strandwällen. – Mitt. Flor.-soz. Arbeitsgem. **14**: 95–120, Todenmann ü. Rinteln.
- MIERWALD, U. & J. BELLER (1990): Rote Liste der Farn- und Blütenpflanzen Schleswig-Holsteins. – Landesamt Natursch. Landschaftspfl. Schl.-Hol. **1990**: 3–44, Kiel.
- MÖLLER, H. (1975): Soziologisch-ökologische Untersuchungen der Sandvegetation an der schleswig-holsteinischen Ostseeküste. – Mittl. Arbeitsgem. Geobotanik Schl.-Hol. Hamb. **26**, 166 S., Kiel.
- MOOR, M. (1985): Das **Potentillo-Festucetum arundinaceae**, eine Teppichgesellschaft. – Tuexenia **5**: 233–236, Göttingen.
- NEUHAUS, R. (1994): Mobile dunes and eroding salt marshes. – Helgoländer Meeresunters. **48**: 343–358, Hamburg.
- NOODT, W. (1957): Zur Ökologie der Harpacticoidea (Crust. Cop.) des Eulitorals der deutschen Meeresküsten und der angrenzenden Brackgewässer. – Z. Morph. u. Ökol. Tiere **46**: 149–242, Heidelberg.
- NORDHAGEN, R. (1940): Studien über die maritime Vegetation Norwegens I. – Bergens Mus. Aarb. 7, Naturw. R **2**: 123 S., Bergen.
- NYHOLM, E. (1989): Illustrated Flora of Nordic Mosses. Fasc. 2. Pottiaceae, Splachnaceae, Schistostegaceae. – S. 74–141, Nordic. Bryol. Soc., Copenhagen, Lund.
- NYHOLM, E. (1993): Illustrated Flora of Nordic Mosses. Fasc. 3. Bryaceae, Rhodobryaceae, Mniateae, Cinclidiaceae, Plagiomniaceae. – S. 142–245, Nordic. Bryol. Soc., Copenhagen, Lund.
- OBERDORFER, E. (1990): Pflanzensoziologische Exkursionsflora. – 6. Aufl., 1050 S., Ulmer, Stuttgart.
- OLFF, H. (1992): On the mechanism of vegetation succession. – 212 p., Proefschrift Rijksuniversiteit Groningen, Groningen.
- OLSSON, H. (1974): Studies on South Swedish sand vegetation. – Acta Phytogeogr. Suec. **60**, 170 S., Uppsala.
- OZENDA, P. & G. CLAUZDE (1970): Les Lichens. – 801 p., Masson & Cie, Paris.

- PARSONS, A. J., E. L. LEAFE, B. COLLET, P. D. PENNING & J. LEWIS (1983): The physiology of grass production under grazing. II photosynthesis, crop growth and animal intake of continuously-grazed swards. – *J. Appl. Ecol.* **20**: 127–139, Oxford.
- PASSARGE, H. (1964): *Pflanzengesellschaften des nordostdeutschen Flachlandes*. – *Pflanzensoziologie* **13**, 324 S., Fischer, Jena.
- POELT, J. & A. VÉZDA (1977): Bestimmungsschlüssel europäischer Flechten, Ergänzungsheft I. – *Bibliotheca Lichenologica* **9**, 258 S., J. Cramer, Vaduz.
- POTT, R. (1995): Die Pflanzengesellschaften Deutschlands. – 2. Aufl., 622 S., Ulmer, Stuttgart.
- PRANTE, K. (1995): Verbreitung und Ökophysiologie der in die Kieler Bucht eingewanderten Art *Fucus evanescens* C. AGARDH (Phaeophyceae). – Diplomarbeit Univ. Hambg., 79 S., Hamburg.
- PREISING, E., H.-C. VAHLE, D. BRANDES, H. HOFFMEISTER, J. TÜXEN & H. WEBER (1990): Die Pflanzengesellschaften Niedersachsens – Salzpflanzengesellschaften der Meeresküste und des Binnenlandes. – *Naturschutz Landschaftspfl. Niedersachs.* **20/7**: 1–44, Hannover.
- PREISING, E., H.-C. VAHLE, D. BRANDES, H. HOFFMEISTER, J. TÜXEN & H. WEBER (1992): Einjährige ruderale Pionier-, Tritt- und Ackerwildkraut-Gesellschaften. – *Naturschutz Landschaftspfl. Niedersachs.* **20/6**, 94 S., Hannover.
- PREUSS, H. (1912): Die Vegetationsverhältnisse der deutschen Ostseeküste. – *Schr. Naturforsch. Ges. Danzig* **13**: 45–257, Danzig.
- PUTTEN, W. H. VAN DER, P. W. T. MAAS, W. J. M. VAN GULIK & H. BRINKMANN (1990): Characterization of soil organisms involved in the degeneration of *Ammophila arenaria*. – *Soil Biol. Biochem.* **22**: 845–852, Oxford.
- PUTTEN, W. H. VAN DER, C. VAN DIJK & B. A. M. PETERS (1993): Plant-specific soil-borne diseases contribute to succession in foredune vegetation. – *Nature* **362**: 53–56, London.
- RAABE, E.-W. (1950): Über die Vegetationsverhältnisse der Insel Fehmarn. – *Mitt. Arbeitsgem. Geobotanik Schl.-Hol. Hamburg* **1**, 106 S., Kiel.
- RAABE, E.-W. (1962): Handschriftliche Vegetationsaufnahmen und Notizen zum Bottsand 1948–1962, ergänzt 1967, Vegetationskarte 1962. – *Landesstelle Vegetationskunde Bot. Inst. Univ. Kiel*, unveröff., Kiel.
- RAABE, E.-W. (1964): Die Heidetypen Schleswig-Holsteins. – *Die Heimat* **71**: 169–175, Neumünster.
- RAABE, E.-W. (1965): Sukzessionsstudien an Salzrasen. – *Die Heimat* **72**: 312–326, Neumünster.
- RAABE, E.-W. (1973): Über die Belastbarkeit des Badestrandes am Bottsand. – *Kieler Notizen Pflanzenkd.* **5**: 49–67, Kiel.
- RAABE, E.-W. (1981a): Über Heiden auf der jütischen Halbinsel. – In: R. TÜXEN (Hrsg.), *Vegetation als anthropo-ökologischer Gegenstand. Ber. Int. Symp. Int. Ver. Vegetationskd.* **1971**: 217–235, Cramer, Vaduz.
- RAABE, E.-W. (1981b): Über das Vorland der östlichen Nordsee-Küste. – *Mitt. Arbeitsgem. Geobotanik Schl.-Hol. Hamburg* **31**, 118 S., Kiel.

- RAABE, E.-W. (1987): Atlas der Flora Schleswig-Holsteins und Hamburgs. – (Hrsg.: K. DIERSSEN & U. MIERWALD), 654 S., Wachholtz, Neumünster.
- REESE, G. (1963): Über die deutschen *Ruppia*- und *Zannichellia*-Kategorien und ihre Verbreitung in Schleswig-Holstein. – Schr. Naturw. Ver. Schl.-Hol. **34**: 44–70, Kiel.
- REICHELT, G. & O. WILMANNS (1973): Vegetationsgeographie. Praktische Arbeitsweisen. – 212 S., Westermann, Braunschweig.
- RHEBERGEN, L. J. & H. J. M. NELISSEN (1985): Ecotypic differentiation within *Festuca rubra* L. occurring in a heterogeneous coastal environment. – Vegetatio **61**: 197–202, The Hague.
- ROOZEN, A. J. M. & V. WESTHOFF (1985): A study on long-term salt-marsh succession using permanent plots. – Vegetatio **61**: 23–32, The Hague.
- ROSENKRANZ, G. (1981): Untersuchungen über den Jahresgang der Bodenfeuchte und ihre geoökologische Bedeutung im Küstenraum der östlichen Kieler Außenförde. – Regensburger Geogr. Schr. **17**, 145 S., Regensburg.
- ROSSKAMP, T. (1992): Die Kleinschmielenrasen im Landkreis Friesland und Vorschläge für eine Neugliederung dieser Gesellschaft in Mitteleuropa. – Drosera '92: 17–26, Oldenburg.
- ROTHMALER, W., R. SCHUBERT & W. VENT (1987): Exkursionsflora – Kritischer Band. – 7. Aufl., 812 S., Volk u. Wissen, Berlin.
- RUNGE, F. (1980): Die Pflanzengesellschaften Deutschlands. – 6./7. Aufl., 278 S., Aschendorff, Münster.
- RUNGE, F. (1989): Dauerquadrat-Untersuchungen auf den Nordseeinseln Juist und Baltrum. – Tuexenia **9**: 275–281, Göttingen.
- SANDSTEDE, H. (1931): Die Gattung *Cladonia*. – Rabenhorst's Kryptogamen-Flora IX, Die Flechten, 531 S., Leipzig.
- SCHACHTSCHABEL, P., H.-P. BLUME, G. BRÜMMER, K.-H. HARTGE & U. SCHWERTMANN (1992): Lehrbuch der Bodenkunde (SCHEFFER/SCHACHTSCHABEL). – 13. Aufl., 491 S., Enke, Stuttgart.
- SCHAEFER, M. (1971): Zur Jahresperiodizität der Spinnenfauna einer Ostseeküstenlandschaft. – Biol. Zentralbl. **90**: 579–609, Leipzig.
- SCHAMINÉE, J. H. J., L. VAN DUUREN & A. J. DE BAKKER (1992): Europese en mondiale verspreiding van Nederlandse vaatplanten. – Gorteria **18**: 57–96, Leiden.
- SCHERFROSE, V. (1986): Pflanzensoziologische und ökologische Untersuchungen in Salzrasen der Nordseeinsel Spiekeroog. – Tuexenia **6**: 219–248, Göttingen.
- SCHLICHTING, E., H.-P. BLUME & K. STAHR (1995): Bodenkundliches Praktikum. – 2. Aufl., Pareys Studentexte **81**, 295 S., Blackwell Wiss. Berlin, Wien.
- SCHMEISKY, H. (1974): Vegetationskundliche und ökologische Untersuchungen in Strandrasen des Graswarders vor Heiligenhafen/Ostsee. – 103 S., Diss. Univ. Göttingen.
- SCHMEISKY, H. (1977): Der Einfluß von Weidetieren auf Salzpflanzengesellschaften an der Ostsee. – In: R. TUXEN (Hrsg.), Vegetation und Fauna. Ber. Int. Symp. Int. Ver. Vegetationskd. **1976**: 481–490 S., Vaduz.

- SCHRADER, E. (1990a): Dünenentwicklung im Raum des Bottsandes - Kieler Außenförde. – Diplomarbeit Geogr. Inst. Univ. Kiel, 152 S., Kiel.
- SCHRADER, E. (1990b): Dünengenese im Raume des Bottsandes - Kieler Außenförde. – Schr. Naturwiss. Ver. Schlesw.-Holst. **60**: 29–69, Kiel.
- SCHREITLING, K.-T. (1979): Temperaturmittelwerte unter ausgewählten Pflanzengesellschaften des Bottsandes in der Kieler Bucht. – Kieler Notizen **11**: 2–11, Kiel.
- SCHWARZER, K. (1989a): Sedimentdynamik in Sandriffssystemen einer tidefreien Küste unter Berücksichtigung von Rippströmen. – Berichte - Reports Geol.-Paläont. Inst. Univ. Kiel **33**, 270 S., Kiel.
- SCHWARZER, K. (1989b): Auswirkungen der Januar-Sturmflut 1987 auf den Sedimenthaushalt des Strand- und Vorstrandbereiches vor der Probsteiküste. – Die Küste **50**: 31–44, Heide.
- SCHWARZER, K. (1994): Auswirkungen der Deichverstärkung vor der Probsteiküste/Ostsee auf den Strand und Vorstrand. – Meyniana **46**: 127–147, Kiel.
- SICK, F. (1933): Die Fauna der Meerestümpel des Bottsandes (Kieler Bucht). - Arch. Naturgesch. N. F. **2**: 54–96, Leipzig.
- SMITH, A. J. E. (1978): The Moss Flora of Britain and Ireland. – 706 S., Cambridge Univ. Press, Cambridge.
- SMITH, A. J. E. (1990): The Liverworts of Britain and Ireland. – 362 S., Cambridge Univ. Press, Cambridge.
- STEINFÜHRER, A. (1945): Pflanzengesellschaften der Schleufer und ihre Beziehungen zum Salzgehalt des Bodens. – Diss. Univ. Kiel, 140 S., Kiel.
- STEINFÜHRER, A. (1955): Pflanzengesellschaften der Schleufer und ihre Beziehungen zum Salzgehalt des Bodens. – Jahrb. Heimatges. Kreis Eckernförde e. V. **13**: 3–47, Eckernförde.
- STERR, H. M. (1988): Das Ostseelitoral von Flensburg bis Fehmarnsund: Formungs- und Entwicklungsdynamik einer Küstenlandschaft. – Diss. Univ. Kiel, 465 S., Kiel.
- SUCCOW, M. (1988): Landschaftsökologische Moorkunde. – 340 S., Gebr. Borntraeger, Berlin, Stuttgart.
- THANNHEISER, D. (1991): Die Küstenvegetation der arktischen und borealen Region. – Ber. Reinh.-Tüxen-Ges. **3**: 21–42, Hannover.
- TSCHARNTKE, T. (1991): Die Auswirkung der Herbivorie auf Wachstum und Konkurrenzfähigkeit von Pflanzen. – In: S. SCHMID & J. STÖCKLIN (Hrsg.), Populationsbiologie der Pflanze, S. 254–280, Birkhäuser, Basel.
- TÜRK, W. (1995): Pflanzengesellschaften und Vegetationsmosaiken der Insel Amrum. – Tuexenia **15**: 245–294, Göttingen.
- TÜXEN, R. (1950): Grundriß einer Systematik der nitrophilen Unkrautgesellschaften der Eurosibirischen Region Europas. – Mitt. Flor.-soz. Arbeitsgem. N. F. **2**: 94–175, Stolzenau.
- TÜXEN, R. (1955): Das System der nordwestdeutschen Pflanzengesellschaften. – Mitt. Flor.-soz. Arbeitsgem. N. F. **5**: 155–176, Stolzenau.

- TÜXEN, R. (1966): Über nitrophile *Elymus*-Gesellschaften an nordeuropäischen, nordjapanischen und nordamerikanischen Küsten. – Ann. Bot. Fenn. **3**: 358–367, Helsinki.
- TÜXEN, R. (1970): Pflanzensoziologische Beobachtungen an isländischen Dünengesellschaften. – Vegetatio **20**: 251–278, The Hague.
- TÜXEN, R., W. BÖCKELMANN, S. RIVAS, M. & W. WILDPRET DE LA TORRE (1957): Die Pflanzengesellschaften des Außendeichlandes von Neuwerk. – Mitt. flor.-soz. Arbeitsgem. **6/7**: 205–234, Stolzenau.
- TÜXEN, R. & V. WESTHOFF (1963): **Saginetea maritimae**, eine Gesellschaftsgruppe im wechselhalinen Grenzbereich der europäischen Meeresküsten. – Mitt. Flor.-soz. Arbeitsgem. N. F. **10**: 116–129, Stolzenau.
- VODERBERG, K. & E. FRÖDE (1959): Die Vegetationsentwicklung auf der Insel Bock. – Feddes Repert. Bh. **138**: 214–229, Berlin.
- WERNER, F. (1979): Die Sedimentverteilung außerhalb der Riffzone vor der Probstei aufgrund von Sidescan-Sonar-Aufnahmen. – Mitt. Leichtweiss-Inst. Wasserbau TU Braunschweig **65**: 139–163, Braunschweig.
- WESTHOFF, V. (1987): Salt marsh communities of three West Friesian Islands, with some notes on there long-term succession during half a century. In: HUISKES, A. H. L. et al. (eds.), Vegetation between land and sea. p. 16–40, Dodrecht, Boston, Lancaster.
- WESTHOFF, V., C. HOBOHM & J. H. J. SCHAMINÉE (1993): Rote Liste der Pflanzengesellschaften des Naturraumes Wattenmeer unter Berücksichtigung der ungefährdeten Vegetationseinheiten. – Tuexenia **13**: 109–140, Göttingen.
- WHITE, D. J. B. (1961): Some observations on the vegetation of Bakeney Point, Norfolk, following the disappearance of the rabbits in 1954. – J. Ecol. **49**: 113–118, London.
- WIEDECKE, W., H. EIBEN & G. DETHLEFSEN (1979): Zur Geschichte der Sicherung der Probsteiniederung vor Hochwasser der Ostsee. – Mitt. Leichtweiss-Inst. Wasserbau TU Braunschweig **65**: 31–52, Braunschweig.
- WILLERS, T. (1986): Zur Vegetation der finnischen Küste. – 436 S., Diss. Univ. Hamburg.
- WILMANNS, O. (1993): Ökologische Pflanzensoziologie. – 5. Aufl., 479 S., UTB 269, Quelle & Meyer, Heidelberg, Wiesbaden.
- WIRTH, V. (1987): Die Flechten Baden-Württembergs. – 528 S., Ulmer, Stuttgart.
- WIRTH, V. (1995): Flechtenflora. – 2. Aufl., 661 S., UTB 1062, Ulmer, Stuttgart.
- WISSKIRCHEN, R. (1995): Korrekturen und Nachträge zur Standardliste der Farn- und Blütenpflanzen der Bundesrepublik Deutschland. – Flor. Rundbr. **29**: 212–246, Bochum.
- YDENBERG, R. C. & H. H. T. PRINS (1981): Spring grazing and the manipulation of food quality by Barnacle Geese. – J. Appl. Ecol. **18**, 443–453, Oxford.
- ZEEVALKING, H. J. & L. F. M. FRESCO (1977): Rabbit Grazing and Species Diversity in a Dune Area. – Vegetatio **36**: 193–196, The Hague.

ZENTRALSTELLE FÜR DIE FLORISTISCHE KARTIERUNG DER BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND
(Hrsg.) (1993): Standardliste der Farn- und Blütenpflanzen der Bundesrepublik Deutschland
(vorl. Fassung). – Flor.Rundbr. Beih. 3, 478 S., Göttingen.

11 Anhang

14 Tabellen:

Tab. 2: **Ruppion maritimae**

Tab. 3: **Bolboschoenion maritimi**

Tab. 4: **Glauco-Puccinellietalia und Thero-Salicornietea**

Tab. 5: **Armerion maritimae**

Tab. 6: **Saginetalia maritimae**

Tab. 7: **Molinio-Arrhenatheretea** (loser Anhang)

Tab. 8: **Cakiletea maritimae**

Tab. 9: **Ammophiletea arenariae**

Tab. 10: **Corynephorion canescens**: **Violo-Corynephoretum**

Tab. 11: **Carici-Airetum praecocis**

Tab. 12: **Gesellschaften junger Strandwälle: Sedum acre**-Gesellschaft, **Koelerio-Corynephoretea**-Basalgesellschaft, **Elymus x acutus**-Gesellschaft

Tab. 13: **Galio veri-Festucetum ovinae** und **Calluna vulgaris**-Gesellschaft (loser Anhang)

Tab. 14: **Transek 1**

Tab. 15: **Transek 2**

2 Karten:

Vegetation des Bottsandes 1995: Pflanzengesellschaften (loser Anhang)

Vegetation des Bottsandes 1995: Lage der Aufnahmeflächen und Standorte der Gehölze
(loser Anhang)

	1	2	2	2a	2a	2b	2b	2b	3
1 Ruppelium maritima Hoech. 1927									
Laufrende Aufnahmennummer	1	2	3	4	5	6			
Gefäßendenzahl der Aufnahme	18	19	21	352	353	20			
Fläche (m ²)	5	4	5	5	5	10			
Montat der Aufnahme	8	8	8	8	8	8			
Dekkung, gesamt (%)	10	10	15	20	20	25			
Dekkung, Phanerogamen (%)	10	10	15	20	20	25			
Arenazati	2	1	1	1	1	1			
KC Potamogelion pectinatus									
Ruppelium maritima									
AC Ruppia cirrhosa									

TABELLE 2: Ruppelium maritima Br.-Bl. 1931 - Meersaliden-Gesellschaften

TABELLE 3: *Bolboschoenion maritimi* Dahl et Hadac 1941

1a *Bolboschoenetum maritimi typicum* Egger 1933
 1b *Bolboschoenetum maritimi phragmitetosum*

	1a															1b								
Laufende Aufnahmenummer	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Geländenummer der Aufnahme	400	286	391	392	401	73	393	402	78	279	384	389	398	396	403	395	394	399	385	388	390	397	386	387
Fläche (m ²)	10	10	10	10	10	10	10	10	10	5	4	10	10	5	4	5	10	10	10	10	10	10	10	10
Monat der Aufnahme	8	7	8	8	8	8	8	8	9	8	7	8	8	8	9	8	8	8	8	8	8	8	8	8
Deckung, gesamt (%)	100	95	90	95	85	100	95	80	90	100	85	95	100	80	70	99	100	90	100	100	95	100	100	100
Deckung, Phanerogamen (%)	100	95	90	95	85	100	95	80	90	100	85	95	100	80	70	99	100	90	100	100	95	100	100	100
Artenzahl	2	1	1	1	2	3	8	7	3	2	2	2	2	3	5	2	3	2	2	9	7	2	2	2
<i>Bolboschoenetum maritimi</i>																								
AC <i>Bolboschoenus maritimus</i>	5	5	5	5	5	4	3	5	5	5	5	4	2b	4	3	2b	2b	2a	2b	2m	.	.	.	.
AC <i>Schoenoplectus tabernaemontani</i>	2a	.	.	.	.	.	.	.	.	1	1	2m	2a	2m	2a	3	4	4	5	5	5	5	5	5

d *Phragmites australis*

<i>Juncetea maritimii:</i>																								
<i>Aster tripolium</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	1	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	1	.
<i>Glaux maritima</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	2m	2m	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	1	.	.
<i>Spergularia salina</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	2m	2m	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2m	1	.	.
<i>Juncus gerardii</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	2m	2m	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	1	.	.
<i>Puccinellia maritima</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	2m	2m	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	1	.	.
<i>Plantago maritima</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	2m	2m	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	1	.	.
Sonstige:																								
<i>Atriplex prostrata</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	.	.	.	.	.	2m	+	.	.	2m	1	1	+	.
<i>Atriplex longipes x prostrata</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	1	+	.	.	.	.	.	+	1	.	.	+	1	.	.	.
<i>Atriplex longipes</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	+	2a	.	.	.	.	.	1	.	.	.	1	.	.	.	.
<i>Salicornia ramosissima</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	+	2m	.	.	.	.	.	1	.	.	.	1	.	.	.	.
<i>Agrostis stolonifera</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	1	.	.	.	.
<i>Agrostis gigantea</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	1	.	.	.	.
<i>Drepanocladus aduncus</i> var. <i>kneiffii</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	2b	2m	.	.	.	.	.	1	.	.	.	1	.	.	.	.

1 Sagino G.: Saginomea-Cochlearium maritimae Westhoek, Van Leeuwen et al. Adriani 1962
2 Centaurio-Sagineum nodosae Diermert; Sissi Singh et al. Westhoff 1940

TABELLE 9: Ammophiletea arenariae Br.-Bl. et R. Tx. 1943

1 Elymo-Agropyretum junceum Br.-Bl. et De Leeuw 1936 em. R. Tx. 1957 nom. cons.

2a Elymo-Ammophilietum arenariae typicum Br.-Bl. et De Leeuw 1936

2b Elymo-Ammophilietum arenariae festucetosum

2c Elymo-Ammophilietum arenariae festucetosum - Altersphase

	1	2a	2b	2c
Laufende Aufnahmenummer	1	2	3	4
Geländenummer der Aufnahme	321	322	323	420
Fläche (m ²)	4	5	3	5
Monat der Aufnahme	8	8	8	9
Deckung, gesamt (%)	20	30	50	50
Deckung, Phanerogamen (%)	20	30	50	50
Deckung, Kryptogamen (%)	0	0	0	0
Artenzahl	4	6	6	8
Elymo-Agropyretum junceum				
AC Elymus farctus	2a	2b	3	2m
D Honckenya peploides	2m	2a	2b	1
Elymo-Ammophilietum arenariae				
AC x Calamomphilia baltica	2a	+	1	+
AC Ammophilia arenaria	+ 2m	+	1	
AC Leymus arenarius				
KC Enigium maritimum				
Differentialarten:				
d1 Carex arenaria		2m		
d1 Aira praecox				
d1 Conyza canescens	1	1		
d1 Ceratodon purpureus				
d1 Festuca rubra agg.				
d1 Poa pratensis agg.				
d1 Cerastium semidecandrum			2m	
d2 Dicranum scoparium				
d2 Hypnum jutlandicum				
d2 Aulacomnium androgynum				
d2 Pleurozium schreberi				
d2 Brachythecium rutabulum				
d2 Epilobium angustifolium				
d2 Polypodium vulgare				
d2 Dryopteris carthusiana				
d2 Dryopteris dilatata				
d2 Dryopteris filix-mas				
Sonstige:				
Taraxacum officinale agg.	1	+	1	1
Senecio viscosus				
Elymus x acutus				
Rumex acetosa				
Viola tricolor ssp. curtissii				
Galium verum				
Viola canina				
Lophocolea heterophylla				
Cladonia pyxidata agg.				
Cladonia fimbriata				
Plagiothecium denticulatum				
Salsola kali ssp. kali				
Senecio vernalis				
Cirsium vulgare				

außerdem in Ihd. Nr.: 5) Bryum bicolor agg. 1, 8) Cirsium arvense 1, Atriplex prostrata 1, 11) Senecio sylvaticus 1, 13) Senecio vulgaris + Galium aparine r, Rumex crispus r, Cerastium holosteoides +,

14) Triploserprium perforatum var. salinum r, 15) Angelica archangelica r, 17) Conyza canadensis +, 18) Hypochaeris radicata 1, 19) Bromus sterilis 1, 21) Holcus lanatus +,

20) Iris pseudacorus 1, 25) Taraxacum laevigatum agg. r, 26) Brachythecium albicans 3, 27) Taraxacum laevigatum agg. r, 28) Cerastium holosteoides +, 30) Cladonia furcata 1,

Cladonia ramulosa 1, 31) Minium hornum +, 32) Hypnum cupressiforme var. lacunosum 2a, Scleropodium purum 2m, 33) Eurychium paeoniifolium 2a, Rhynchidiadelphus squarrosum 1, Minium hornum +, Rumex crispus +, Cladonia subulata 1,

Barbarea vulgaris +, Cladonia scabriuscula 1, Hypnum cupressiforme var. lacunosum 1, 34) Eurychium paeoniifolium 2m, Rhynchidiadelphus triquetus +, 36) Polytrichum formosum 2m, Campylopus introflexus 1, Cladonia subulata 2m.

TABELLE 10: *Corynephorion canescens* Klink 19311a) *Violo-Corynephoretum canescens* typicum Bächer 19411b) *Violo-Corynephoretum canescens cladonietosum*

	1a	1b
Laufende Aufnahmennummer	1	2
Fläche (m ²)	109	111
Moat der Aufnahme	15	15
Deckung, gesamt (%)	5	5
Deckung, Phanerogamen (%)	70	90
Artenzahl	45	60
St.	7	11
Violo-Corynephoretum canescens		
D) <i>Coronophorus canescens</i>	38	3
D) <i>Viola tricolor</i> ssp. <i>curtisii</i>	7	3
D) <i>Viola canina</i>	1	3
d) <i>Cladonia foliacea</i>	9	-
d) <i>Cladonia macilenta</i> ssp. <i>floreana</i>	6	-
d) <i>Cladonia arbuscula</i> agg.	6	-
d) <i>Cladonia portentosa</i>	5	-
d) <i>Cladonia uncialis</i>	4	-
Corynephoretalia canescens:		
A) <i>Aira praecox</i>	33	2m
<i>Carex arenaria</i>	30	2m
<i>Ceratium semidescendens</i>	2b	2b
<i>Cetraria aculeata</i>	2b	2a
<i>Festuca ovina</i> ssp. <i>ovina</i>	1	2m
<i>Cladonia glauca</i>	1	2m
<i>Gaultheria venosa</i>	1	2m
<i>Phleum arenarium</i>	4	2m
<i>Bromus hordeaceus</i> ssp. <i>thommii</i>	3	1
<i>Hypnum cupressiforme</i> var. <i>lacunosum</i>	2	2m
<i>Trifolium arvense</i>	2	-
<i>Teesdalia nudicaulis</i>	1	-
<i>Cerastium diffusum</i>	1	-
Koelerio-Corynephoretum:		
<i>Ceratodon purpureus</i>	28	4
<i>Rumex acetosella</i>	17	4
<i>Cladonia furcata</i>	14	3
<i>Polytrichum piliferum</i>	9	4
<i>Erophila verna</i>	8	4
<i>Brachythecium albicans</i>	3	1
<i>Mysotis ramosissima</i>	2	-
Sonstige:		
<i>Ammophila arenaria</i>	17	2m
x <i>Calammophila pratatica</i>	11	1
<i>Honckenya peploides</i>	11	1
<i>Dicranum scoparium</i>	10	-
<i>Cladonia pyxidata</i> agg.	10	2m
<i>Elymus x acutus</i>	9	2m
<i>Poa annua</i>	7	2m
<i>Cladonia subulata</i>	6	1
<i>Elymus farctus</i>	6	2m
<i>Festuca rubra</i> agg.	6	1
<i>Hypogymnia physodes</i>	5	-
<i>Taraxacum officinale</i> agg.	5	+
<i>Cladonia firmula</i>	4	1
<i>Poa humilis</i>	4	2m
<i>Cerastium holostoides</i>	3	1
<i>Cladonia ramulosa</i>	3	-
<i>Sagina procumbens</i>	3	-
<i>Spergularia rubra</i>	3	-

außerdem in Ihd. Nr.: 2) *Hypochaeris radicata* + 4) *Campanula rotundifolia* + *Holcus lanatus* + 5) *Senecio viscosus* + 7) *Lathyrus maritimus* + *Ranunculus bulbosus* + *Rumex crispus* + *Artemisia vulgaris* + 10) *Leymus arenarius* +16) *Tripleurospermum perforatum* var. *salinum* + 19) *Cerataria islandica* + 22) *Armeria maritima* ssp. *maritima* 1, *Carex hirta* + *Lolium perenne* + 25) *Phyllis niatas* + 27) *Elminia sepias* + 31) *Cephalozella divaricata* 2b, *Cladonia humilis* 2m, *Hypnum jutlandicum* 2a, *Hypochaeris radicata* +, *Conyza canadensis* 1, *Centaurium erythraea* 2m, *Epilobium ciliatum* +, *Epilobium angustifolium* 1, *Phragmites australis* +, *Brachythecium nutabileum* 1, *Lophocolea heterophylla* +, *Aulacomnium androgynum* 1, *Eurychium paeonifolium* 2m, 32) *Luzula campestris* +, 33) *Cephalozella divaricata* 2a, *Cladonia humilis* 3, *Hypnum jutlandicum* 1, *Vicia angustifolia* ssp. *angustifolia* +,34) *Leymus arenarius* + 35) *Cladonia ciliata* 2m, *Holcus lanatus* +, 37) *Polytrichum juniperinum* 4, *Cladonia gracilis* 2a, *Cladonia ciliata* + 38) *Polytrichum juniperinum* 2m, *Cladonia crispata* var. *cetriformis* 1.

TAABELLE 11: Cariaci arenariae-Airetum praeccociis Weselhoff, v. Leeuwen et Adriaen 1962 nom. inv.

TABELLE 12: Gesellschaften junger Strandwälle

Kl.: Koelerio-Corynephoretea Klika 1941

1 *Sedum acre*-Gesellschaft

2 Koelerio-Corynephoretea-Basalgesellschaft-*Dicranum scoparia*-Variante

3 Koelerio-Corynephoretea-Basalgesellschaft-Agropyro-Rumicion-Variante

Kl. Molinio-Arrhenatheretea R. Tx. 1937 em. R. Tx. 1970; Ord.: Potentillo-Polygonetalia R. Tx. 1947; V.: Agropyro-Rumicion Nordhagen 1940 em. R. Tx. 1947

4 *Elymus x acutus*-Gesellschaft

Hydrocyanic acid in Kd. No. 7) *Cyanophyllum molle* (Burm.) Spreng. (Philippines). Phil. Trans. Roy. Soc. Edinb., 1851, p. 102.

18) Urtica dioica +, Galeopsis tetrahit r., Capsella bursa-pastoris r., Epilobium ciliatum r., Oenothera biennis +, 19) Crambus maritimus r., Artemesia maritima ssp. maritima +, 20) Desmodium heimii 2m, Plantago maritima ssp. maritima r., 21) Viola arvensis 2m.

Poa annua 2m, Lolium perenne 1. Buharia unguiculata 1. Sagina nodosa 2a, Artemisia vulgaris 1. Bryum argenteum 1. Capsella bursa-pastoris + 22) Calamagrostis epigejos 5, 23) Artemisia maritima ssp. maritima + 24) Stachys palustris 2a, Matricaria recutita +. Solanum dulcamara 1. 25) Rosa rugosa 3. Agrostis capillaris agg. 1. Melilotus albus +. Trifolium hybridum + 26) Dactylis glomerata 2c. Anthoxanthum odoratum 1. Festuca rubra agg. 16) Carex paniculata 1. Carex stans 1. Carex acutiformis 1. Carex sylvatica 1.

Matricaria recutita +, Solanum dulcamara 1. 25) Rosa rugosa 3. Agrostis capillaris agg. 1. Melilotus alba +, Trifolium hybridum + 28) Dactylis glomerata 2m, Arthraxon elatius 1, Epilobium montanum r, Vicia cracca +, Ligustrum vulgare juv +, Trifolium pratense 2, Trifolium pratense 2, Trifolium hybridum r, Artemisia vulgaris 1. 28) Arthraxon elatius 2a, Pastinaca sativa 2m, Equisetum sylvaticum 1,

77) I ussigea tarrata 1. Ranunculus repens 1. Eriogonum acutum 1. Centaurium littorale 1. Viicia cracca 1. Sagina nodosa 2. Trifolium hybridum 1. Artemisia vulgaris 1. 28) Arthenantherum elatius 2a. Dactylis glomerata 2m. Epilobium montanum 1. Geranium molle 1. Galeopsis tetrahit 1. Urtica dioica 1. Heracleum sphondylium 1. Silene latifolia ssp. alba 1. 30) Brunnichia ovata 2m. Rumex acetosa 1. Rumex palustris 1. Rumex maritimus 1. 32) Calystegia sepium 2. Rhus acetosa 1.

Geranium molle +, Galeopsis tetrahit +, Ortica dioica +, Heracleum sphondylium +, Selinum latifolium ssp. alba 1, 30) Bryum knowltonii 2m, Rumex pratensis +, Rumex palustris +, 32) Rumeum maritimum r. 33) Calystegia sepium 2a, Bryum argenteum

Kunzea parviflora 1, Solanum dulcamara 1, 34) Puccinellia distans 2m, Bryum subelegans 1, 37) Sonchus palustris +, Eupatorium cannabinum +, 39) Juncus gerardi 2a, 40) Plantago maritima ssp. maritima 1, 41) Atriplex longipes x prostrata 1,

Tabelle 15: Transekt 2

Tabelle 14: Transect 1

**MITTEILUNGEN DER ARBEITSGEMEINSCHAFT GEOBOTANIK
IN SCHLESWIG-HOLSTEIN UND HAMBURG e.V.**

Folgende Hefte sind noch lieferbar:

- 24, 1974 CLAUSEN, W., Zur Geschichte und Vegetation ostholsteinischer Stockausschlagwälder, 125 S., DM 8,20
- 25, 1975 USINGER, H., Pollenanalytische und stratigraphische Untersuchungen an zwei Spätglazialvorkommen in Schleswig-Holstein, 183 S., DM 16,80
- 26, 1976 MÖLLER, H., Soziologisch-ökologische Untersuchungen der Sandküstenvegetation an der schleswig-holsteinischen Ostsee, 166 S., DM 25,30
- 27, 1976 KLINGER, P.-U., Bearbeitung der mitteleuropäischen *Sphagna cuspidata*..., 59 S., DM 4,50
- 28a 1977 SCHREITLING, K.-Th., Wir bestimmen Laubbäume im Winter, 47 S., DM 4,00
- 28b 1977 SCHREITLING, K.-Th. Wir bestimmen Bäume im Sommer, 28 S., DM 2,40
- 29, 1978 MARTENSEN, H.-O. u. W. PROBST, Synoptische Rubus-Flora für Nordwestdeutschland und Nordeuropa, 144 S., DM 10,80
- 31, 1981 RAABE, E.W., Über die Vegetation des Vorlandes an der östlichen Nordseeküste, 124 S. und farbige Vegetationskarte, DM 20,80
- 32, 1982 RAABE, E.W., C. BROCKMANN u. K. DIERSSEN, Verbreitungskarten ausgestorbener, verschollener und sehr seltener Gefäßpflanzen in Schleswig-Holstein, 317 S., DM 30,00
- 33, 1984 DIERSSEN, K., Zur Flora u. Vegetation Schleswig-Holsteins und angrenzender Gebiete - Dem Andenken an E.W. RAABE gewidmet, 315 S., DM 34,00
- 35, 1985 GULSKI, M., Landschaftsökologische Untersuchungen im Hellbachtal (Kreis Herzogtum Lauenburg), 109 S., DM 10,80.
- 36, 1986 JANSEN, W., Flora des Kreises Steinburg, 403 S., DM 34,00

- 37, 1987 ALTROCK, M., Vegetationskundliche Untersuchungen am Vollstedter See unter besonderer Berücksichtigung der Verlandungs-, Niedermoor- und Feuchtgrünland-Gesellschaften, 128 S., DM 15,50.
- 39, 1988 MIERWALD, U., Die Vegetation der Kleingewässer landwirtschaftlich genutzter Flächen. Eine pflanzensoziologische Studie aus Schleswig-Holstein, 286 S., DM 30,00.
- 43, 1992 LÜTT, S., Produktionsbiologische Untersuchungen zur Sukzession der Torfstichvegetation in Schleswig-Holstein, 272 S., DM 20,00
- 44, 1992 LÜTKE TWENHÖVEN, F., Untersuchungen z. Wirkung stickstoffhaltiger Niederschläge auf die Vegetation von Hochmooren, 172 S., DM 20,00
- 46, 1994 ZIMMER, D., Erfassung der Flechtenflora der Stadt Kiel sowie ihre Auswertung unter immissionsökologischen Aspekten, 140 S., DM 15,00
- 47, 1994 WAGNER, Chr., Zur Ökologie der Moorbirke *Betula pubescens* EHRH. in Hochmooren Schl.-Holsteins unter besonderer Berücksichtigung von Regenerationsprozessen in Torfstichen, 182 S., DM 20,00
- 48, 1995 HÄRDTLE, W., Vegetation und Standort der Laubwaldgesellschaften (Querco-Fagetea) im nördlichen Schleswig-Holstein, 441 S., DM 36,00
- 49, 1995 DANNENBERG, A., Die Ruderalvegetation der Klasse *Artemisietea vulgaris* in Schleswig-Holstein, 142 S., DM 15,00
- 50, 1996 DIERSSEN, K., Bestimmungsschlüssel der Torfmoore in Norddeutschland, 86 S., DM 15,00

Die Preise gelten für Mitglieder der AG Geobotanik, für Studierende und für den Buchhandel. Sie entsprechen den reinen Herstellungskosten.

Anschrift der Arbeitsgemeinschaft:

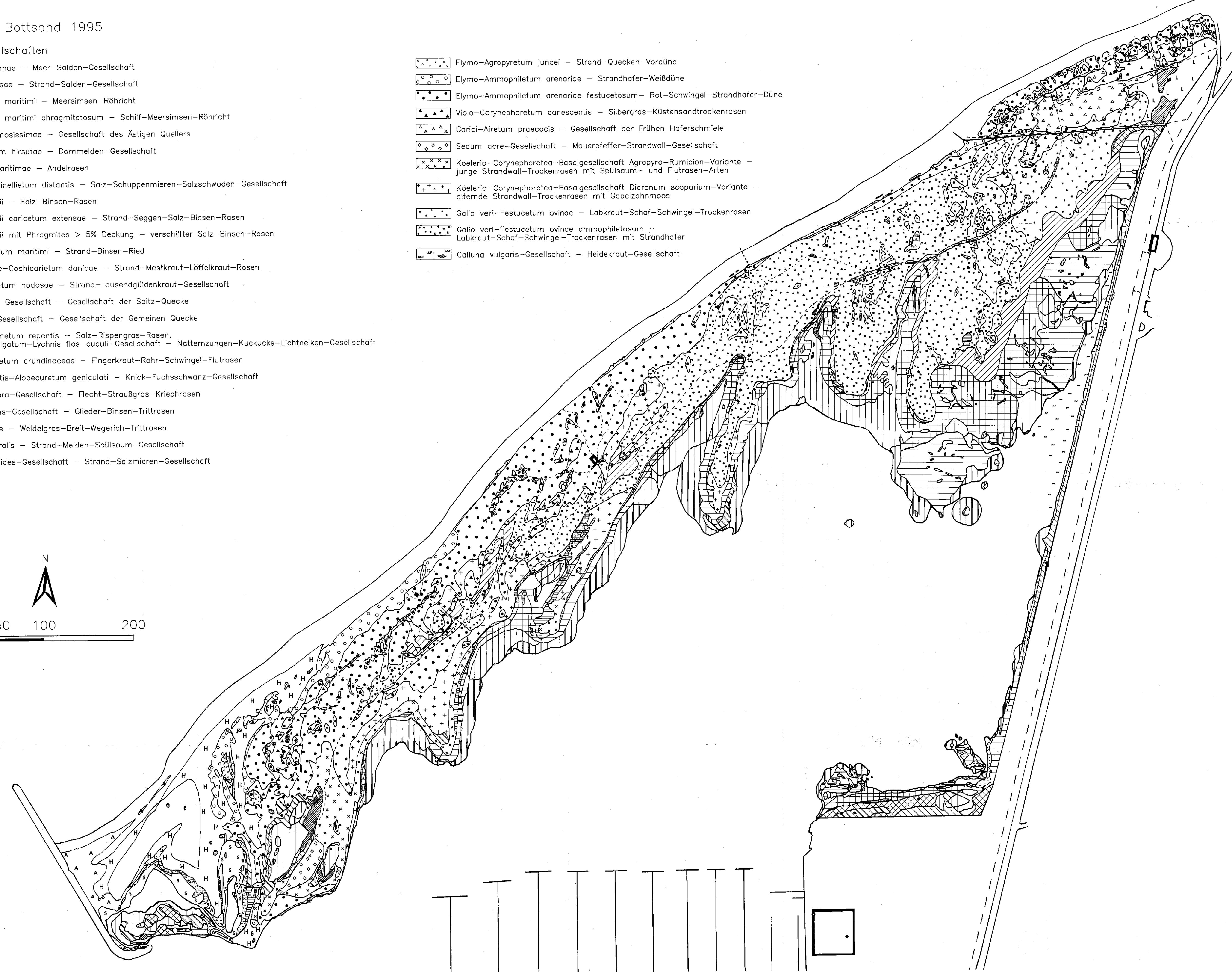
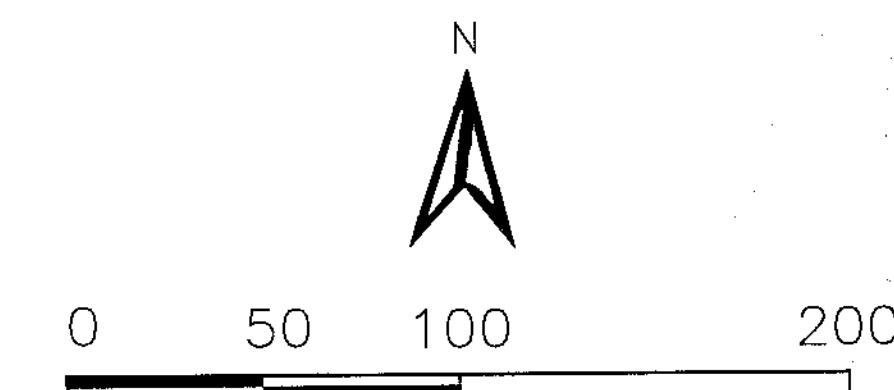
Arbeitsgemeinschaft Geobotanik in Schleswig-Holstein und Hamburg e.V.
Neue Universität, Biologiezentrum N 41a, D-24098 Kiel 1.

Vegetationskarte Bottsand 1995

Pflanzengesellschaften

	Ruppietum maritimae – Meer–Salden–Gesellschaft
	Ruppietum cirrhosae – Strand–Salden–Gesellschaft
	Bolboschoenetum maritimi – Meersimsen–Röhricht
	Bolboschoenetum maritimi phragmitetosum – Schilf–Meersimsen–Röhricht
	Salicornietum ramosissimae – Gesellschaft des Ästigen Quellers
	Suoedo–Bassietum hirsutae – Dornmelden–Gesellschaft
	Puccinellietum maritimae – Andelrasen
	Spergulario–Puccinellietum distantis – Salz–Schuppenmieren–Salzschwaden–Gesellschaft
	Juncetum gerardii – Salz–Binsen–Rasen
	Juncetum gerardii caricetum extensae – Strand–Seggen–Salz–Binsen–Rasen
	Juncetum gerardii mit Phragmites > 5% Deckung – verschilfter Salz–Binsen–Rasen
	Oenanthe–Juncetum maritimi – Strand–Binsen–Ried
	Sagino maritimae–Cochlearietum danicae – Strand–Mastkraut–Löffelkraut–Rasen
	Centauro–Saginetum nodosae – Strand–Tausendgüldenkraut–Gesellschaft
	Elymus x acutus Gesellschaft – Gesellschaft der Spitz–Quecke
	Elymus repens–Gesellschaft – Gesellschaft der Gemeinen Quecke
	Poo humilis–Elymetum repantis – Salz–Rispengras–Rasen, Ophioglossum vulgatum–Lychnis flos–cuculi–Gesellschaft – Natternzungen–Kuckucks–Lichtnelken–Gesellschaft
	Potentillo Festucetum arundinaceae – Fingerkraut–Rohr–Schwingel–Flutrasen
	Ranunculo repens–Alopecuretum geniculati – Knick–Fuchsschwanz–Gesellschaft
	Agrostis stolonifera–Gesellschaft – Flecht–Straußgras–Kriechrasen
	Juncus articulatus–Gesellschaft – Glieder–Binsen–Trittrasen
	Lolletum perennis – Weidelgras–Breit–Wegerich–Trittrasen
	Atriplicetum littoralis – Strand–Melden–Spülsaum–Gesellschaft
	Honckenya peploides–Gesellschaft – Strand–Salzmieren–Gesellschaft

	Elymo–Agropyretum juncei – Strand–Quecken–Vordüne
	Elymo–Ammophiletum arenariae – Strandhafer–Weißedüne
	Elymo–Ammophiletum arenariae festucetosum – Rot–Schwingel–Strandhafer–Düne
	Violo–Corynephoretum canescens – Silbergras–Küstensandtrockenrasen
	Carici–Airetum praecocis – Gesellschaft der Frühen Haferschmiele
	Sedum acre–Gesellschaft – Mauerpfeffer–Strandwall–Gesellschaft
	Koelerio–Corynephoretea–Basalgesellschaft Agropyro–Rumicion–Variante – junge Strandwall–Trockenrasen mit Spülsaum– und Flutrasen–Arten
	Koelerio–Corynephoretea–Basalgesellschaft Dicranum scoparium–Variante – alternde Strandwall–Trockenrasen mit Gabelzahnmoos
	Galio veri–Festucetum ovinae – Labkraut–Schaf–Schwingel–Trockenrasen
	Galio veri–Festucetum ovinae ammophiletosum – Labkraut–Schaf–Schwingel–Trockenrasen mit Strandhafer
	Calluna vulgaris–Gesellschaft – Heidekraut–Gesellschaft



Vegetationskarte Bottsand 1995

Lage der Aufnahmeflächen

Standorte der Gehölze

Ostsee

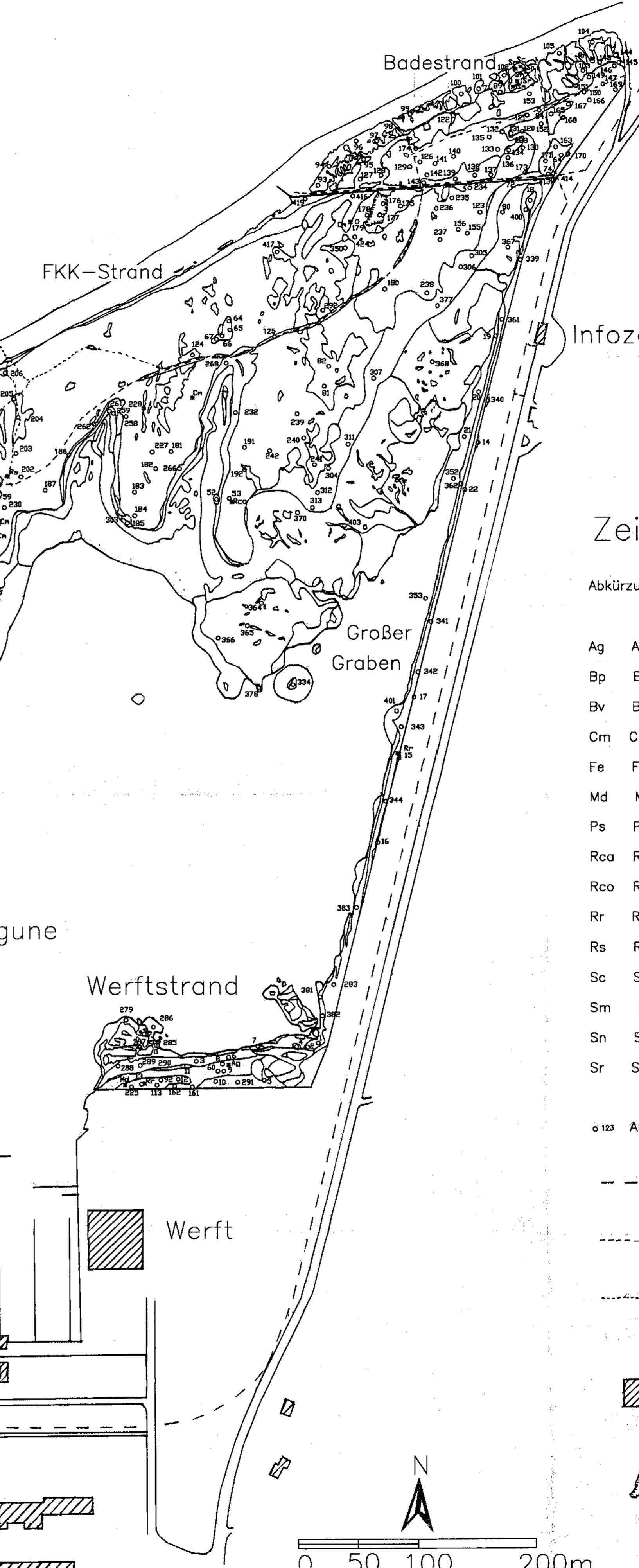
Hafenmole

Bottsand-Lagune

Werftstrand

Bootshafen

Marina Wendtorf



Zeichenerklärung

Abkürzungen der wissenschaftlichen Artnamen

Ag	<i>Alnus glutinosa</i>
Bp	<i>Betula pendula</i>
Bv	<i>Berberis vulgaris</i>
Cm	<i>Crataegus monogyna</i>
Fe	<i>Fraxinus excelsior</i>
Md	<i>Malus domestica</i>
Ps	<i>Prunus spinosa</i> var. <i>coaetanea</i>
Rca	<i>Rosa canina</i>
Rco	<i>Rosa corymbifera</i> ssp. <i>corymbifera</i>
Rr	<i>Rosa rugosa</i>
Rs	<i>Rosa subcollina</i>
Sc	<i>Salix cinerea</i>
Sm	<i>Salix x multinervis</i>
Sn	<i>Sambucus niger</i>
Sr	<i>Salix repens</i>

○ 123 Aufnahmenummern (s. Tab. 2 - 13)

- - - Deichweg

- - - Fußweg

- - - Pfad

■ feste Gebäude

△ Kiesentnahmestelle

TABELLE 13: Galio veri-Festucetum ovinae-Haliberg 1951 und Canaria Vergano - 1959

TABELLE 7: Molino-Arthenatheretea R. Tx. 1937 em. R. Tx. 1970
Arthenatheretalia R. Tx. 1931 - Frischweizen und Weiden
 1 Lepturus perenneis Griseb.