

Geobotanische Untersuchungen an den Küsten Schleswig-Holsteins

(Veröffentlichung Nr. 5 des Projektes Ökosystemforschung Wattenmeer)¹⁾

K. Dierßen, I. Eischeid, W. Härdtle, H. Hagge, U. Hamann, K. Kiehl, P. Körber,
F. Lütke Twenhöven, R. Neuhaus, J. Walter, Kiel

1. Einführung

Deutschland hat nach England den größten Anteil an Salzmarschen entlang der Nordseeküste (> 18.000 ha). Im europäischen Vergleich sind dies die am stärksten genutzten (DIJKEMA 1984, KEMPF & al. 1987). Neben den Küstenlandschaften der Nordsee bietet Schleswig-Holstein entlang der Ostsee völlig andersartig geformte Küstenabschnitte von zum Teil hohem landschaftlichen Charme. Dies reizt zum unmittelbaren Vergleich, zumal die Küstenlandschaften insgesamt in einer stark nutzungsüberprägten Region die einzigen verbliebenen zusammenhängenden Bereiche mit einer relativ naturnäheren Vegetation und Tierwelt bieten.

Da gegenwärtig durch vielfältige anthropogene Einwirkungen (vor allem Tourismus, Verunreinigung der Meere, Küstenschutz, landwirtschaftliche Nutzung) die als besonders empfindlich erachteten Küstenökosysteme Gefährdungen und Veränderungen ausgesetzt sind, ist das gesellschaftliche Interesse an den Ergebnissen der angewandten Küstenforschung gestiegen. Dies schlägt sich letztendlich auch nieder in der verstärkten Tätigkeit unserer Kieler geobotanischen Arbeitsgruppe im Küstenbereich. Abbildung 1 gibt eine Übersicht der im Text genannten Lokalitäten.

2. Küstenformen und ihre Genese

Die flache Küstenlandschaft entlang der Nordsee ist von dem postglazialen Meeresspiegelanstieg auffällig betroffen. Im ausklingenden Neolithikum grenzte die Küstenlinie unmittelbar an die Hohe Geest. Vor der nordfriesischen Küste formte sich etwa auf der Höhe der heutigen Geestinseln und -kerne (Sylt, Amrum, Eiderstedt) ein Nehrungswall, der im breiten und flachen Hinterland eine Moor- und Marschenbildung ermöglichte. Im Frühmittelalter setzte die Zerstörung dieser Nehrung ein und fand mit der ‚Großen Manndränke‘ von 1634 ihren Höhepunkt. Damit war im wesentlichen die heutige Form des nordfriesischen Wattenmeeres festgelegt. Seither überwiegt als Folge neuzeitiger Lahnungs- und Deichbautechnik Landgewinn. Die Marschenbildung vor der Dithmarscher Küste vollzog sich weniger dramatisch; sie begann am Geestrand und schritt westwärts kontinuierlich fort.

Eine Haupteinflußgröße auf die regionale Küstengeomorphologie und Inselbildung ist der Tidenhub. Die Düneninseln und vorgelagerten Sande der schleswig-holsteinischen Westküste finden sich in einem Tidenhubbereich von einem bis drei Metern. Wird der Tidenhub und damit die Umlagerungskapazität größer, wie in der inneren Deutschen Bucht, so können sich vorgelagerte Inselketten und Sande nicht halten. Bei einem geringeren Tidenhub wie nördlich von Esbjerg bildet sich eine Ausgleichsküste (DIECKMANN 1987, GRIPP 1966).

Eine sowohl geologische wie faunistische und floristisch-vegetationskundliche Sonderstellung nimmt der Buntsandsteinfelsen Helgoland ein.

Die heutige Küstenlinie entlang der Ostsee hat sich bei den stärkeren Reliefunterschieden in der Jungmoränenlandschaft bereits seit etwa 4000 Jahren näherungsweise stabilisiert. Der

¹⁾ Teilprojekte gefördert aus Mitteln des Landes Schleswig-Holstein, des Umweltbundesamtes und des Bundesumweltministeriums

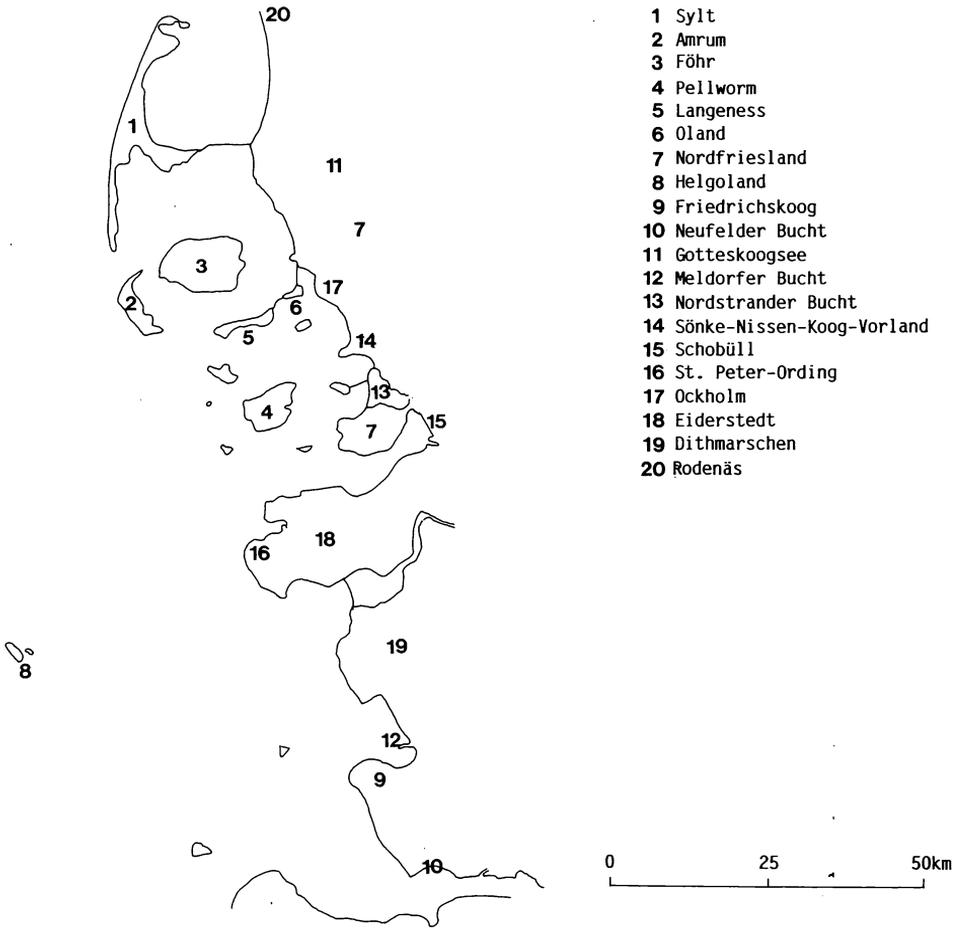


Abb. 1: Im Text erwähnte Ortsnamen und Untersuchungsräume

aktuelle Meeresspiegelanstieg liegt – wie an der Nordsee – bei etwa 25 cm je Jahrhundert (bezogen auf den Zeitraum 1885–1985, vergl. FÜHRBÖTER 1989).

An der buchtenreichen Ostsee bestimmen gegenüber einem Tidenhub von maximal 10 cm vornehmlich starke Luftdruckschwankungen und hohe Windstärken Schwingungen des Wasserkörpers. Extreme Sturmfluten sind seltener als an der Nordsee, die Oszillationen bei gedämpfteren Spitzenwerten abgeschwächt.

Die begriffliche Gliederung des Litoral der Gezeitenküste der Nordsee im Gegensatz zur weitgehend tideunabhängigen der Ostsee wird von einzelnen Autoren unterschiedlich vollzogen. Der besseren Vergleichbarkeit halber sei hier – um den Preis letzter sprachlicher Konsequenz – für die Nordseeküste die Gliederung des RSU (1980) zugrundegelegt, für den Ostseeraum jene von DU RIETZ (1950) (Abb. 2).

2.1 Watten und Seemarschen der Nordseeküste

Die Entwicklung von Watten und Seemarschen erfordert ausgedehnte Sedimentationsräume in einem Flachküstenbereich. Das Sedimentations- und Abtragungsgeschehen wird unter anderem durch Tidenhub und Brandung bestimmt sowie durch Landgewinnungs-, Landnutzungs- und Küstenschutzmaßnahmen nachhaltig gesteuert (Lahnungsbau, Gruppen, Beweidung). Schleswig-Holsteins Wattgebiet (rund 2500 km²) ist überwiegend aus Feinsanden auf-

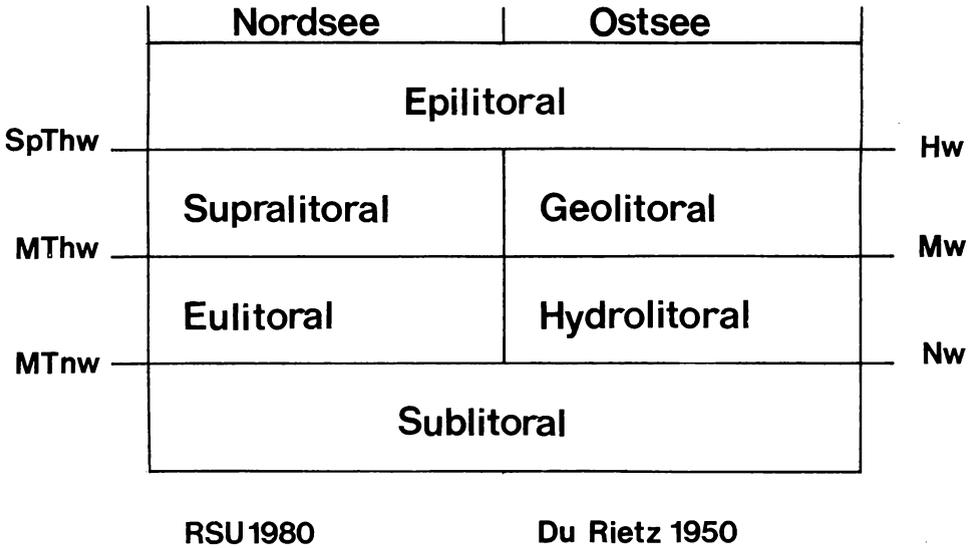


Abb. 2: Topographische Gliederung von Nord- und Ostseeküste
 MTnw – mittl. Tideniedrigwasser (bei Ebbe), MThw – mittl. Tidehochwasser (bei Flut), SpThw – Spring-
 tidehochwasser (Flutmarke bei Springtiden)
 Nw – Niedrigwasserlinie, Mw – Mittelwasserlinie, Hw – Hochwasserlinie

gebaut; nur etwa 3% sind typisches Schlickwatt (so vor allem in Nordfriesland) (MUUSS & PETERSEN 1971, DIJKEMA 1980).

2.2 Dünen der Nordseeküste

Die Bildung von Dünen im Anschluß an Sandstrände bedarf allgemein günstiger Voraussetzungen für eine Sandakkumulation, vor allem:

- sandführende Küstenabschnitte mit flachem Relief
- schwach und langsam binnenwärts ansteigende Uferpartien sowie
- stärkere Unterschiede zwischen Hoch- und Niedrigwasserständen.

Der abgetrocknete Sand wird bei Windstärken über vier Beaufort bewegt. Eine organogene Dünenbildung schließt sich an.

Für die schleswig-holsteinische Westküste bedeutet dies:

- Auf den ausgedehnten, über MThw liegenden Außensänden vollzieht sich bei starker Umlagerung keine nennenswerte Vegetationsentwicklung.
- Auf den häufig durchfeuchteten und teilweise schwach tonigen Sanden der Strandplatten treten bei geringer Übersandung *Puccinellia maritima* und *Agropyron pungens* als schwache Primärdünenbildner auf (Eiderstedt, Amrum), vereinzelt auch *Agrostis stolonifera*.
- Auf den seeseitigen Abschnitten der Geestkerne (St. Peter, Amrum, besonders Sylt) herrschen im schmalen Strandbereich Umlagerung und Abtragung vor. Die Bildung von Primärdünen wird übersprungen, und größere Haldendünen werden sofort von *Ammophila arenaria* besiedelt.

- An den wattseitigen Hochflutsäumen der Geestinseln läßt sich dagegen lokal eine ungestörte Dünenzonation erkennen, die wiederum nur durch eine relativ schwache Übersandung gekennzeichnet ist.
- In den zusammenhängenden Weißdünengebieten an der schleswig-holsteinischen Küste vollzieht sich aufgrund des Vorherrschens kalkarmer Sande bereits bei geringer Humusbildung eine rasche Versauerung. Damit entfallen in der Besiedlungsabfolge im Vergleich zu den südwestlich und nördlich angrenzenden Küstenlandschaften basiphytische Folgegesellschaften der Sekundärdünen.
- Auch die grundwassergeprägte Vegetation der Dünentäler an der Westküste Schleswig-Holsteins ist primär sauer-oligotroph.

2.3 Ostseeküste

Die Ostseeküste Schleswig-Holsteins ist weiträumig durch Steilufer charakterisiert, deren Fuß bei Hochwasser erreicht wird. Neben der Abrasion durch die Brandung bei auflandigen Winden führen auch Schollenabbrüche durch die Kombination von Grundwasseraustritten und Frostwechsel zu einer natürlichen Erosion der Steilufer. Das flachgeneigte Hydrolitoral (Schorre) ist überwiegend grobschotterig und enthält Gerölle mit Durchmessern über 20 cm als ‚Restsedimente‘ der Kliffs. Das aufgearbeitete und abgeschliffene feinere Material der Geschiebemergel aktiver Kliffs wird seewärts verfrachtet und zum großen Teil dort sedimentiert oder kann durch Strömungen küstenparallel transportiert und in Gebieten mit flacherem Relief bei Sturmfluten zu Strandwällen oder linien- bis fächerförmigen Strandwallserien aufgeworfen werden. Auf den Strandwällen kliffnaher Küstenabschnitte überwiegen Gerölle und Kiese, in -fernen sandige Ablagerungen, die teilweise zu Dünen aufgeweht werden können. Letztere überschreiten im Gebiet selten Höhen von 80 cm.

3. Flora und Vegetation

3.1 Flora

Halophyten und Psammophyten sind streßadaptierte Spezialisten extremer Lebensräume. Die standörtliche Ungunst als Auslesefaktor bedingt eine relative Artenarmut sowie bei polymorphen Sippen die Selektion an Extremverhältnisse adaptierter Ökotypen, die sich indessen nur teilweise auch eindeutig morphologisch differenzieren lassen.

Über die Verbreitung morphologisch eindeutig abgrenzbarer Sippen im Küstenraum Schleswig-Holsteins sind wir derzeit recht gut orientiert (RAABE 1987). Dies gilt noch nicht für kritische Sippen und Formenkreise (u.a. *Salicornia*, *Spartina*, *Suaeda*, *Atriplex*, *Agropyron*, *Erodium*, *Bolboschoenus*, *Juncus gerardii*, *Juncus ranarius*, *Festuca rubra*, *Agrostis stolonifera*).

Bei einigen ist die morphologische Differenzierung geklärt, aber Verbreitungsgebiet und Ökologie sind noch unzulänglich bekannt (z.B. *Agropyron*, *Erodium*). Bei anderen erfolgt eine morphologische Differenzierung in den gängigen Bestimmungswerken pragmatisch, ohne daß bislang eine befriedigende Bearbeitung der modifikativen und genetisch fixierten Variabilität an genügend großen Populationen erfolgt wäre (z.B. *Juncus*, *Festuca rubra* agg., *Agrostis stolonifera*). In den einer Entsalzung unterliegenden Speicherkögen vollzieht sich etwa bei den *Juncus ranarius*-Populationen auf den Untersuchungsflächen ein „Übergang“ zu *J. bufonius*-Morphotypen. Bei *Agrostis stolonifera* läßt sich zwar durch Kulturversuche eine Ökotypendifferenzierung hinsichtlich der Salz- und Überflutungstoleranz von Populationen unterschiedlicher Herkunft wahrscheinlich machen (z.B. AHMAD & al. 1981, HODSON & al. 1985, v. STAMM 1987). Sie deckt sich aber nicht mit im Gelände eindeutig zu differenzierenden Morphotypen (JUHL 1952, BJÖRKMANN 1954, 1960).

An der westlichen Ostseeküste bestimmen neben klimatischen Faktorenkomplexen sowie der Nutzungsform und -intensität bei einigen Halophyten die abfallende Salinität, bei einigen Psammophyten eine unterschiedliche Übersandungstoleranz sowie unterschiedliche Ansprüche an die Mineralstoffversorgung die regionalen Verbreitungsmuster einzelner Arten. Einige Beispiele:

- *Halimione portulacoides* erreicht in Skallingen eine klimatische Nordgrenze, ist an der westlichen Ostseeküste bei abgeschwächter Salinität nicht mehr konkurrenzfähig und bleibt zudem an der schleswig-holsteinischen Westküste unter geeigneten edaphischen Voraussetzungen auf solche Bereiche beschränkt, die keinem Beweidungsdruck durch Schafe ausgesetzt sind.
- *Crambe maritima* fehlt den Sandstränden an der schleswig-holsteinischen und jütländischen Westküste, findet aber auf den Strandwällen von Skagerrak und Kattegat bis zu den Aland-Inseln auf schwächer übersandeten Strandwällen geeignete Siedlungsmöglichkeiten (EIGNER 1973).
- *Hippophae rhamnoides*, subneutrophytische Sippe mineralreicher Täler von Sekundärdünen entlang der Nordseeküste, hat in den sauren Dünentälern Schleswig-Holsteins eine Verbreitungslücke, findet indessen im westlichen Ostseeraum auf älteren Strandwällen geeignete Habitate.

Aufgrund der besonderen Bedeutung edaphischer Faktoren für die regionale Verteilung der Arten zeigen die bezeichnenden Vegetationstypen der Küsten ausgeprägter als jene des Binnenlandes eine azonale Verbreitung, wobei die Trennung zwischen zonaler und azonaler Vegetation naturgemäß gleitend bleibt.

3.2 Vegetation der Salzrasen

Die Halophytenvegetation entlang der schleswig-holsteinischen Westküste ist zuletzt zusammenfassend von RAABE (1981) bearbeitet worden, diejenige der Ostseeküste von HÄRDTE (1984). Ein durch Tabellen belegter synsystematischer Vergleich findet sich bei DIERSSEN & al. (1988). Ein vollständiger Abgleich mit den modernen Bearbeitungen in Niedersachsen (v. GLAHN & al. 1989, PREISING & al. 1990) steht aus und soll an anderer Stelle erfolgen. Zahlreiche Bearbeiter haben Daten zur Ökologie von Salzrasen beigesteuert, so unter anderem KÖRBER (1987) für den Bereich der Elbmündung, STEINFÜHRER (1955) und SCHMEISKY (1974) für den Ostseeraum, BOBROWSKI (1974) für das Brenner Moor, eine binnenländische Salzstelle bei Bad Oldesloe.

Zur Erstellung von Entwicklungskonzepten für den Nationalpark Schleswig-Holsteinisches Wattenmeer erfolgte 1988 eine Kartierung der Vorland-Salzrasen (etwa 6320 ha Eu- und Supralitoral entlang der Festlandküste) im Maßstab 1:5000 unter Verwendung von IR-Luftbildern (HAGGE, 1989). Gesondert erfaßt wurde das standörtlich etwas abweichend gegliederte Vorland von St. Peter (DAUMANN 1990) sowie der Halligen und Inseln Langeness, Oland, Föhr und Pellworm (HAGGE 1990).

Abbildung 3 zeigt beispielhaft einen Kartierungsausschnitt. Trotz günstiger Arbeitsvoraussetzungen mit hoch auflösenden Luftbildern verbleibt ein beträchtlicher Anteil von rund 70% Geländearbeit, da wesentliche Vegetationsgrenzen, etwa zwischen *Puccinellion maritimae* und *Armerion maritimae*, aus den Luftbildern allein nicht immer eindeutig abzuleiten sind.

Struktur- und artenarme, durch intensive Schafbeweidung geprägte Adelrasen überwiegen bei weitem.

Das Halimionetum als bezeichnender Vegetationstyp eines ungestörten und naturnahen unteren und mittleren Supralitoral fehlt dem Vorland in Dithmarschen völlig und nimmt in Nordfriesland nur einen verschwindend geringen Flächenanteil ein. Unbeweidete Salzmarschen des oberen Supralitoral fehlen praktisch vollständig.

Klassische höhenstufenabhängige Zonierungen sind selten entwickelt, da im deichnahen Bereich unter anderem infolge abgeschwächter Sedimentation sowie verstärkter Bodenreifung und -sackung nicht selten hygrophilere Vegetationstypen anzutreffen sind als weiter seewärts.

Eine Gesamtbilanz der Häufigkeit von Salzmarshengesellschaften, für die beiden Landkreise Dithmarschen und Nordfriesland getrennt, ist Abb. 4 zu entnehmen.

Abweichend von den Festlandsalzmarshen sind die Flächen auf den nordfriesischen Inseln und Halligen nicht oder schwächer beweidet und damit floristisch und faunistisch vielgestaltiger.

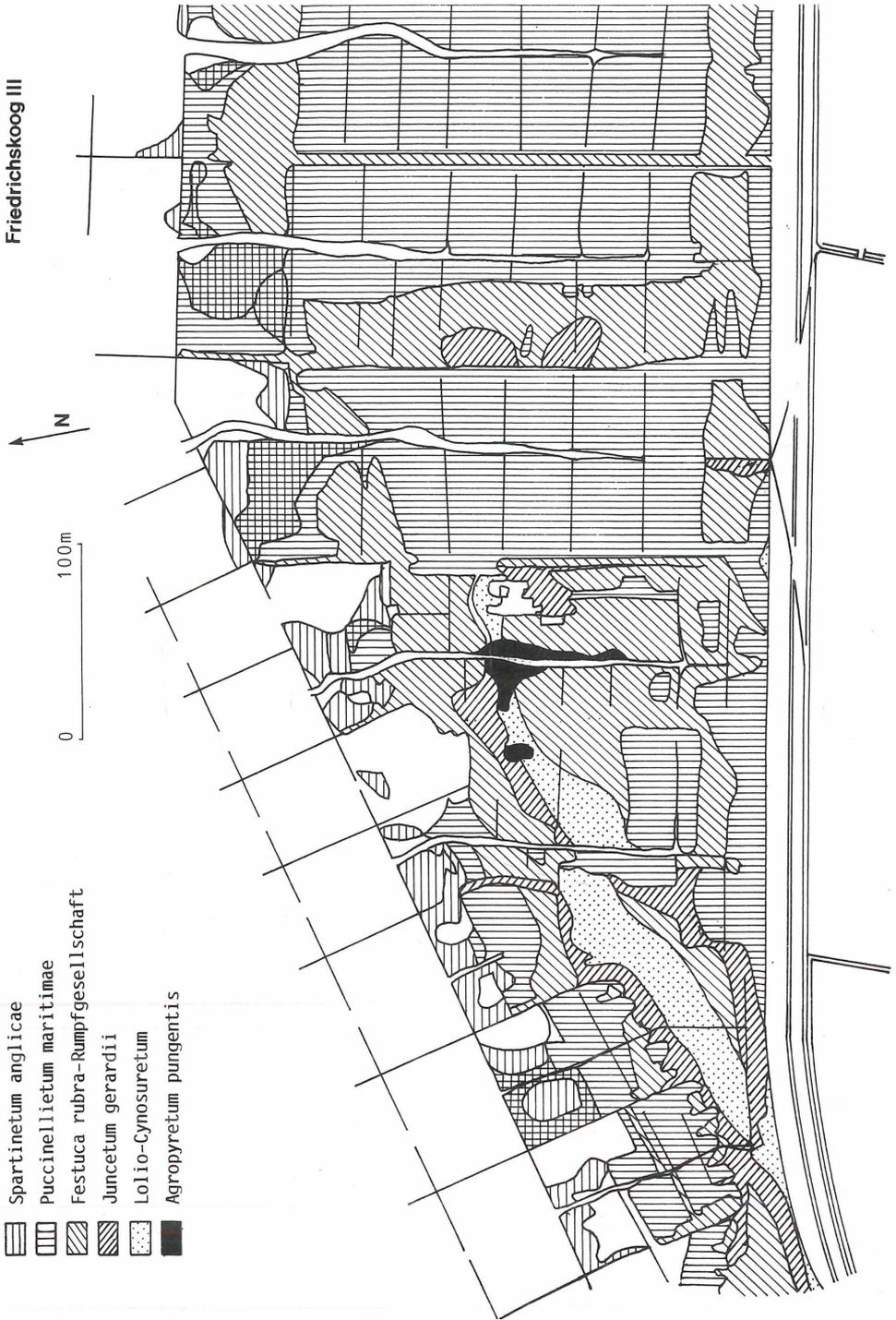


Abb. 3: Kartenausschnitt der Kartierung der realen Vegetation, Friedrichskoog-Vorland

Flächenanteil in %

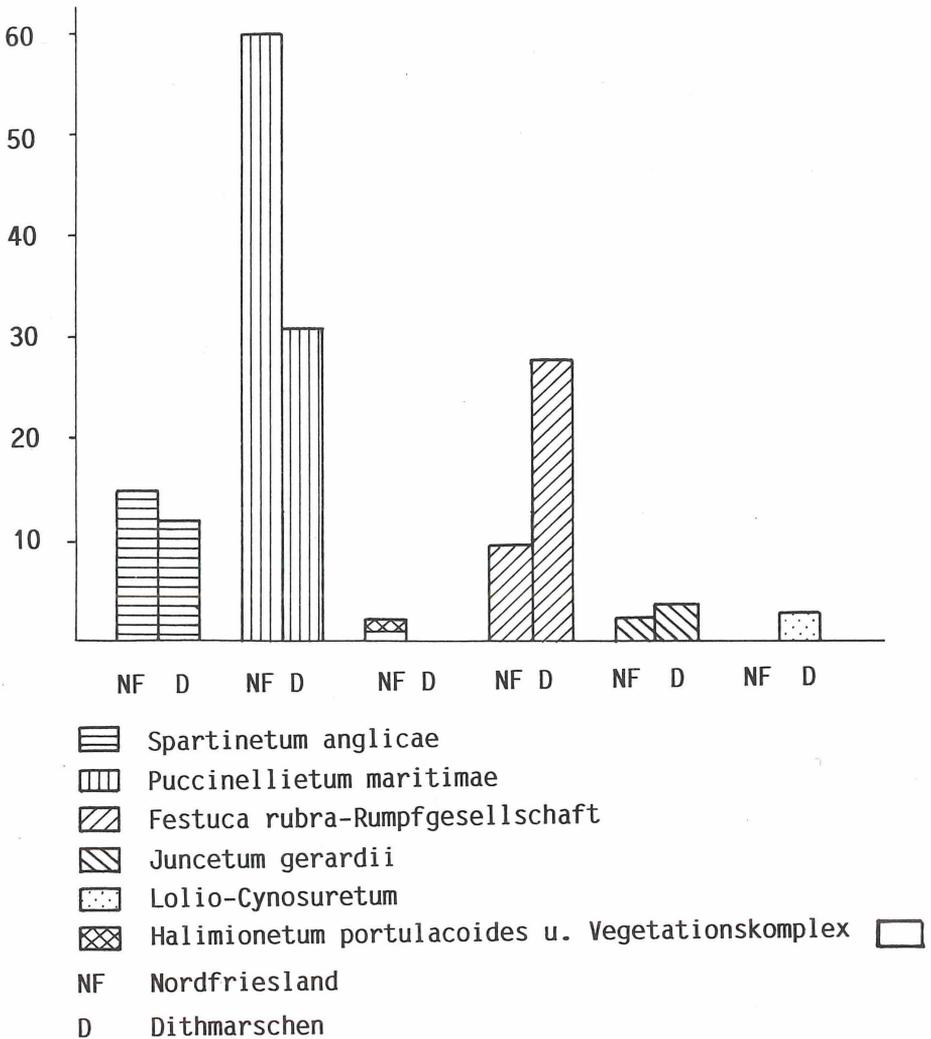


Abb. 4: Flächenverteilung unterschiedener Vegetationstypen im Vorland der Festlandsküste Schleswig-Holsteins

Im Vergleich zur Nordsee sind Salzrasen an der schleswig-holsteinischen Ostseeküste nur kleinflächig entwickelt und in ihrer Genese eng an die Bildung von Strandwallserien und Strandseen gebunden, da der praktisch gezeitenfreien Küste großflächige Sedimentationszonen fehlen. Zahlreiche dieser Salzweiden wurden im Laufe der vergangenen 150 Jahre durch Straßen-, Siedlungs- und Hafenausbau sowie durch Küstenschutzmaßnahmen zerstört. Im Gegensatz zur Nordseeküste ist dieser Prozeß irreversibel, da bei weitreichend abgeschlossener Bildung der Ausgleichküste keine neuen Flächen mehr entstehen. Mehrere Jahrzehnte bis Jahrhunderte wurden die Salzrasen der Ostseeküste überdies gemäht oder beweidet. Ihre folglich nutzungsgeprägte Vegetation läßt sich nur durch weitere Beibehaltung der Nutzung sichern und würde bei Brache von relativ artenärmeren Brackröhrichtern im unteren sowie *Festuca rubra*- und *Agropyron repens*-Rasen im mittleren und oberen Geolitoral abgelöst werden (STUHR & al. 1989).

Im Übergangsbereich zwischen marinen und limnischen Verhältnissen siedeln sich vor allem im Eulitoral der Westküste und im Hydrolitoral der Ostküste Brackröhrichte an. Vor der menschlichen Besiedlung der Marschen bestimmten sie in weiten Bereichen das Bild des nordfriesischen Küstenraumes (BANTELMANN 1966). Reste solcher Röhrichte finden sich auf den Inseln sowie bei Schobüll, wo die Geest unmittelbar in das Watt abfällt, ohne daß ein Deich die naturnahe Vegetationszonierung unterbricht. Abbildung 5 zeigt ein Streifenprofil aus diesem Bereich.

Größere rezente Brackröhrichte finden sich im Elbeästuar; in der Neufelder Bucht nehmen sie ihre am weitesten seewärts vorgeschobenen Standorte ein (vergl. Karte Abb. 8). Kleinere Bestände treten im 1972 abgedämmten Eiderästuar sowie am Gotteskoogsee im Landkreis Nordfriesland auf. Entlang der Ostseeküste sind artenarme Brackröhrichte kleinflächig häufiger anzutreffen; teilweise dehnen sie sich nach Nutzungsaufgabe auf Kosten beweideter Salzrasen aus.

3.3 Vegetation der Dünsenserien und Strandwälle

Die Psammophytenvegetation der Nordseeküste ist von HEYKENA (1965) detailliert beschrieben und mit den Verhältnissen in Jütland sowie Niedersachsen und den Niederlanden verglichen worden. Die Hydroserie der Dünentäler auf Sylt, Amrum und Eiderstedt hat NEUHAUS (1987) untersucht. Strandwälle und Dünen der schleswig-holsteinischen Ostseeküste sind von MÖLLER (1975) vegetations- und bodenkundlich bearbeitet worden. Auch für diese Vegetationstypen liegt eine aktualisierte synsystematische Inventur vor (DIERSSEN & al. 1988), so daß sich hier eine ausführliche Erörterung erübrigt.

Im Vergleich zu anderen Gebieten (vergl. etwa VAN DER MAAREL & al. 1985) fehlen unmittelbare Sukzessionsbeobachtungen; auf Listland/Sylt konnte aber NEUHAUS (1990) Bewegungsgeschwindigkeit von Wanderdünen und die Dauer unterschiedlicher Sukzessionsphasen bei der Vegetation von Dünentälern rekonstruieren.

3.4 Vegetationsentwicklung auf eingedeichten Flächen

Eindeichungen im Küstenbereich bedeuten für die zuvor den Tiden unterworfenen Flächen binnendeichs im allgemeinen Austrocknung und damit eine bessere Bodendurchlüftung, Entsalzung sowie eine lebhaftere Mineralisation (vergl. BEEFTINK & al. 1971, VAN NOORDWIJK-PUJIK & al. 1979). Zoo- und Phytobenthospopulationen brechen innerhalb weniger Wochen zusammen; die Vegetations- und Faunenverschiebung des ehemaligen Supralitoral vollzieht sich dagegen zeitlich verzögert.

In Schleswig-Holstein sind in jüngerer Zeit drei große Eindeichungsprojekte abgeschlossen worden (Rodenäs, Meldorfer Bucht, Nordstrander Bucht). Dadurch ist das Supralitoral im Vorland um rund 30% verringert worden, mit erheblichen Auswirkungen auf den Naturraum, unter anderem durch die Einengung des Brut- und Rastraumes für umfangreiche Vogelpopulationen (s. etwa PETERSEN 1987). Bei den letzten beiden Vordeichungen rückten deshalb neben wasserwirtschaftlichen Fragen verstärkt solche der Dämpfung landschaftsökologischer Folgeschäden in den Vordergrund: laut Naturschutzgesetz im juristischen Sinne ‚Ersatz‘ für Eingriffe. Die ergriffenen Maßnahmen werden derzeit von Hydrobiologen, Zoologen sowie Vegetationskundlern unserer Arbeitsgruppe wissenschaftlich begleitet und ausgewertet.

4. Synökologie

VegetationskundlerInnen müssen sich (nicht nur) im Küstenbereich vor allem folgende Fragen stellen:

- Wie lassen sich die angetroffenen Lebensgemeinschaften (oder bescheidener: Vegetationstypen) standörtlich charakterisieren?
- Welche landschaftsökologischen Funktionen erfüllen die Lebensräume?
- Wie funktionieren sie als Ökosysteme?

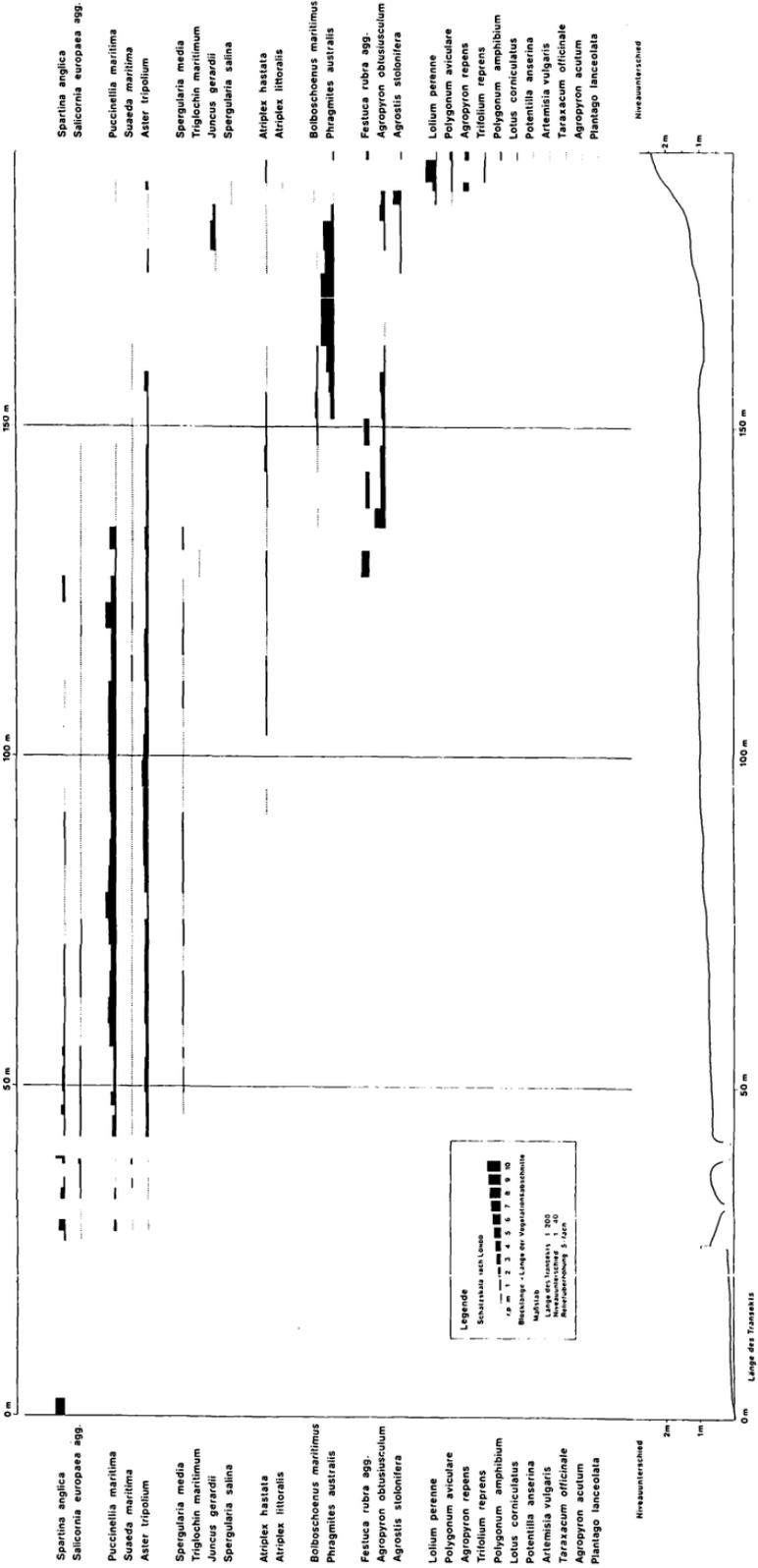


Abb. 5: Vegetationsabfolge bei Schobüll, Krs. Nordfriesland, aus HAGGE (1990)

Erörtert seien diese Problemfelder am Beispiel der Salzmarschen. Wesentliche Faktorenkomplexe für Struktur und Vegetationsentwicklung der Groden sind Überflutungsdauer einschließlich Sedimentation und Abtrag, Salinität, Nutzungsintensität und Nährstoffversorgung.

Die Überflutungsdauer steuert unter anderem Durchlüftung und Wärmehaushalt der Böden sowie über Schwankungen des Redoxpotentials unter anderem die Verfügbarkeit von Fe-, Mn- und Sulfid-Ionen in der Bodenlösung sowie die N-Dynamik der Standorte (i.e. VAN DIGGELEN 1988).

Die teilweise beträchtlich schwankenden Salinitäten greifen in den Wasser- und Mineralstoffhaushalt der Arten ein und haben ökotypenspezifische morphologische und physiologische Adaptionen ausgelöst. Diese beeinflussen unter anderem die Phytomasseproduktion der Arten und wirken sich somit auf das Konkurrenzgeschehen aus.

Weidenutzung unterdrückt tritt- und verbißempfindliche Sippen und fördert Grasartige mit interkalaren Meristemen sowie störungstolerante ‚Lückenbüßer‘ mit spätem, raschem Entwicklungszyklus.

Stickstoff-Mangel kann die Primärproduktion in Salzwiesen begrenzen. Stickstoff-Überschüsse indessen können von einigen Salzpflanzen nicht nur zur Produktionssteigerung, sondern auch als Osmotikum zur Streßkompensation genutzt werden. Überdies sind bei einigen Sippen N-Gehalte der Phytomasse und die Gehalte an phenolischen Verbindungen negativ korreliert. Repellentwirkung gegenüber Phytophagen sowie Abwehrmechanismen gegen Parasiten und die Wirkung von Schadstoffeinträgen sind also offenkundig auch von der Trophiestufe des Standortes abhängig (BUCHSBAUM & al. 1984, 1990).

Zum Verständnis der Auswirkung von Eutrophierungen in Salzrasen durch das mit den Fluten einschwingende Nordseewasser sind aufwendige Bilanzierungen erforderlich (HENRIKSEN & al. 1984, JENSEN 1989).

4.1 Überflutungsgeschehen

Für das Überflutungsgeschehen lassen sich hydrologische Eckwerte definieren und für eine küstentopographische Gliederung verwenden (s. Abb. 2).

Die Wasserstufenpräferenzen einzelner Vegetationstypen an Nord- und Ostsee lassen sich unter Berücksichtigung dieser Grenzen mit Vorsicht vergleichen. Eine regionale Feingliederung sollte sich dabei an den – leicht erfaßbaren – Grenzen realer Vegetationstypen orientieren. Sie ist etwa dann erforderlich, wenn konkrete Aussagen zum Sukzessionsgeschehen oder zur Pflegenutzung gemacht werden sollen.

Dabei liegt auf der Hand, daß die räumliche Verteilung der Vegetationstypen ökologischen Faktorenkomplexen folgt, die mit den physikalischen nur näherungsweise übereinstimmen. Der für die Vegetationsentwicklung wesentliche Bodenwasserhaushalt etwa hängt von der Überflutungsdauer und der Porenverteilung im Boden ab. Daher können die hydrographischen Daten wie Lage über MW oder MThw, Tidenhub und Überflutungshäufigkeit lediglich Orientierungsgrößen für die Vegetationsverteilung sein.

In Abb. 6 sind Schwerpunkte und beobachtete Grenzwerte der Verteilung von Vegetationstypen in ihrer zonalen Anordnung grob wiedergegeben. Säkulare Prozesse wie beispielsweise Küstenabbrüche oder auch anthropogene Eingriffe verhindern die Ausbildung ‚klassischer Lehrbuchzonationen‘. Seltene Ereignisse wie Sturmfluten können lokal nicht prognostizierbare Verschiebungen der Phytomasseverteilung auslösen und sich damit auf das Produktionsgeschehen der Populationen von Schlüsselarten teilweise nachhaltiger auswirken als Witterungsverlauf und andere standörtliche Parameter.

4.2 Salinität

Zur Koinzidenz von Salzgehalten der Bodenlösung und zugeordneten Vegetationstypen existiert eine Fülle unterschiedlicher Angaben, die sich am besten wiederum über die ‚Präferenzen‘ einzelner Vegetationstypen für Salinitätsstufen sowie absolute beobachtete Verbreitungsgrenzen zusammenstellen und verdeutlichen lassen. Generell gilt, daß die Salinitäten insbesondere im oberen Geolitoral beziehungsweise Supralitoral einer erheblichen kleinräumigen und

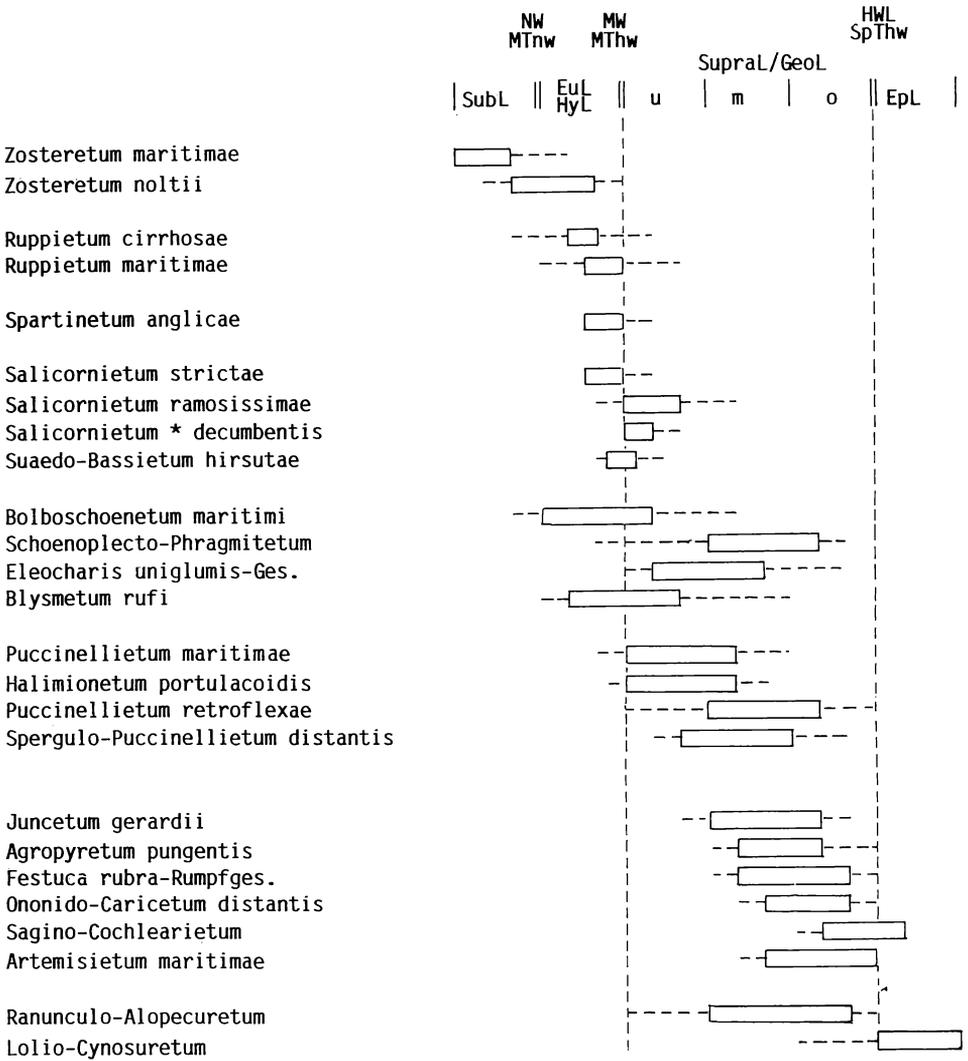


Abb. 6: Wasserstufenpräferenzen einzelner Vegetationstypen; aus unterschiedlichen Quellen zusammengestellt und schematisiert

zeitlichen Variabilität unterliegen und sich nicht eindeutig mit dem Überflutungsgeschehen korrelieren lassen (vergl. etwa VESTERGAARD 1982). Die in Abbildung 7 verwendeten Salinitätsstufen entsprechen:

- 1) Euhalinicum > 16,5‰ Cl⁻
- 2) Polyhalinicum 16,5–10 ‰ Cl⁻
- 3) Mesohalinicum 10–3 ‰ Cl⁻
 - a) a-Mesohalinicum 10–5,5 ‰ Cl⁻
 - β) b-Mesohalinicum 5,5–3 ‰ Cl⁻
- 4) Oligohalinicum 3–0,3 ‰ Cl⁻
- 5) Süßwasser < 0,3 ‰ Cl⁻

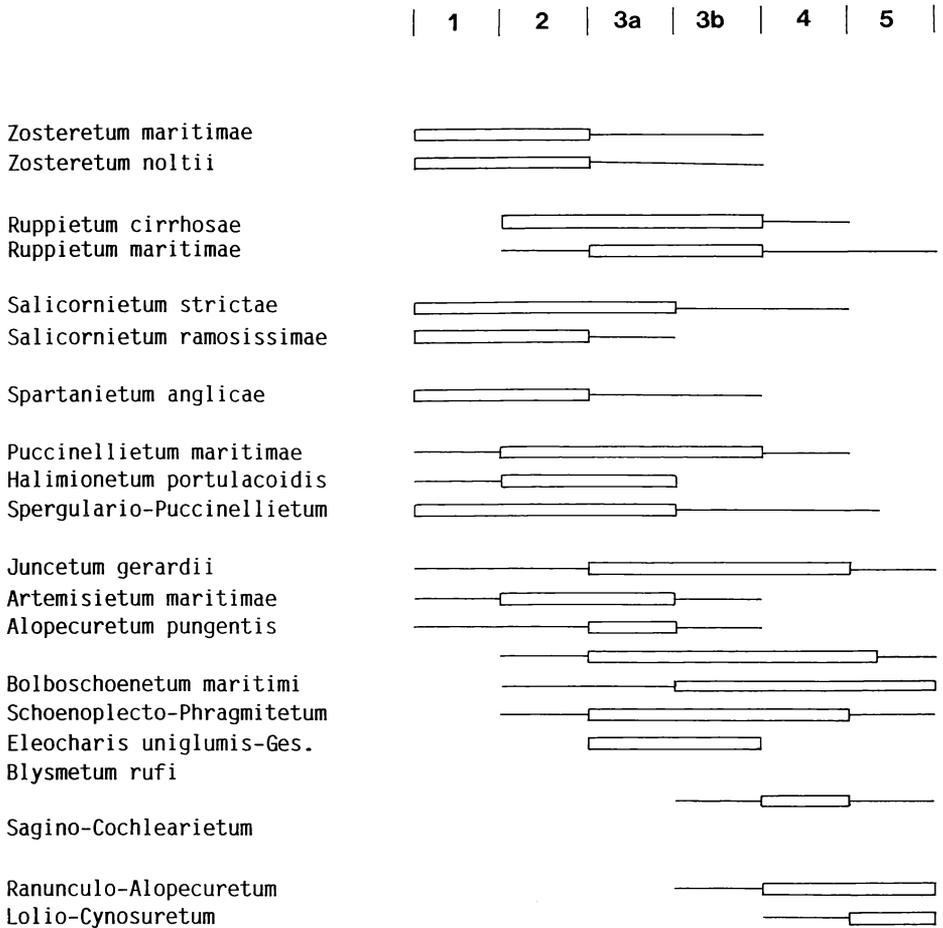


Abb. 7: Salinitätspräferenzen (Schwerpunkte, Amplituden) einzelner Vegetationstypen, zusammengefaßt und vereinfacht aus verschiedenen Quellen, vor allem KÖRBER 1987; vergl. auch BEEFTINK 1965

Die Wirkung abklingender Salinität auf die Verteilung von Arten bei näherungsweise gleichem hydrologischem Niveau läßt sich etwa aus den südlichen beziehungsweise östlichen Verbreitungsgrenzen von Halophyten in der Ostsee ableiten. Auf engerem Raum vollzieht sich dies in den tidebeeinflussten Ästuaren großer Flüsse wie etwa der Elbe. KÖRBER (1987) hat dies im Vorderland des Neufelder Kooges durch eine Vegetationskarte und vergleichende Feinnivellements belegen können (Abb. 8 und 9).

Die Nivellements machen das komplexe Wirkungsgefüge zwischen Vegetationsverteilung, Salinität und Wasserhaushalt deutlich. Mit abnehmendem Salzgehalt werden einzelne Vegetationstypen gegenüber länger anhaltender Überflutung toleranter (Puccinellietum, Ranunculo-Alopecuretum, Lolio-Cynosuretum). Die Halophytengemeinschaften erfahren erwartungsgemäß mit abfallenden Salzgehalten eine Einengung ihrer standörtlichen Amplitude – als Indiz abgeschwächter Konkurrenzfähigkeit. Gegenläufige Trends in der Verteilung entlang der Transekte (Potentillo-Festucetum arundinaceae) sind nutzungsgeprägt und lassen sich über den Wasserhaushalt und die Salinitäten nicht interpretieren.

Die Populationsentwicklung weniger gut an höhere Salzkonzentrationen adaptierter Röhricht-Arten ließ sich unter anderem in Dauerflächen im NSG Kronenloch in der eingedeichten



Abb. 8: Vegetationskarte über das Vorland des Neufelder Kooges (vereinfacht nach KÖRBER 1987); die Salinität steigt von rechts nach links an.

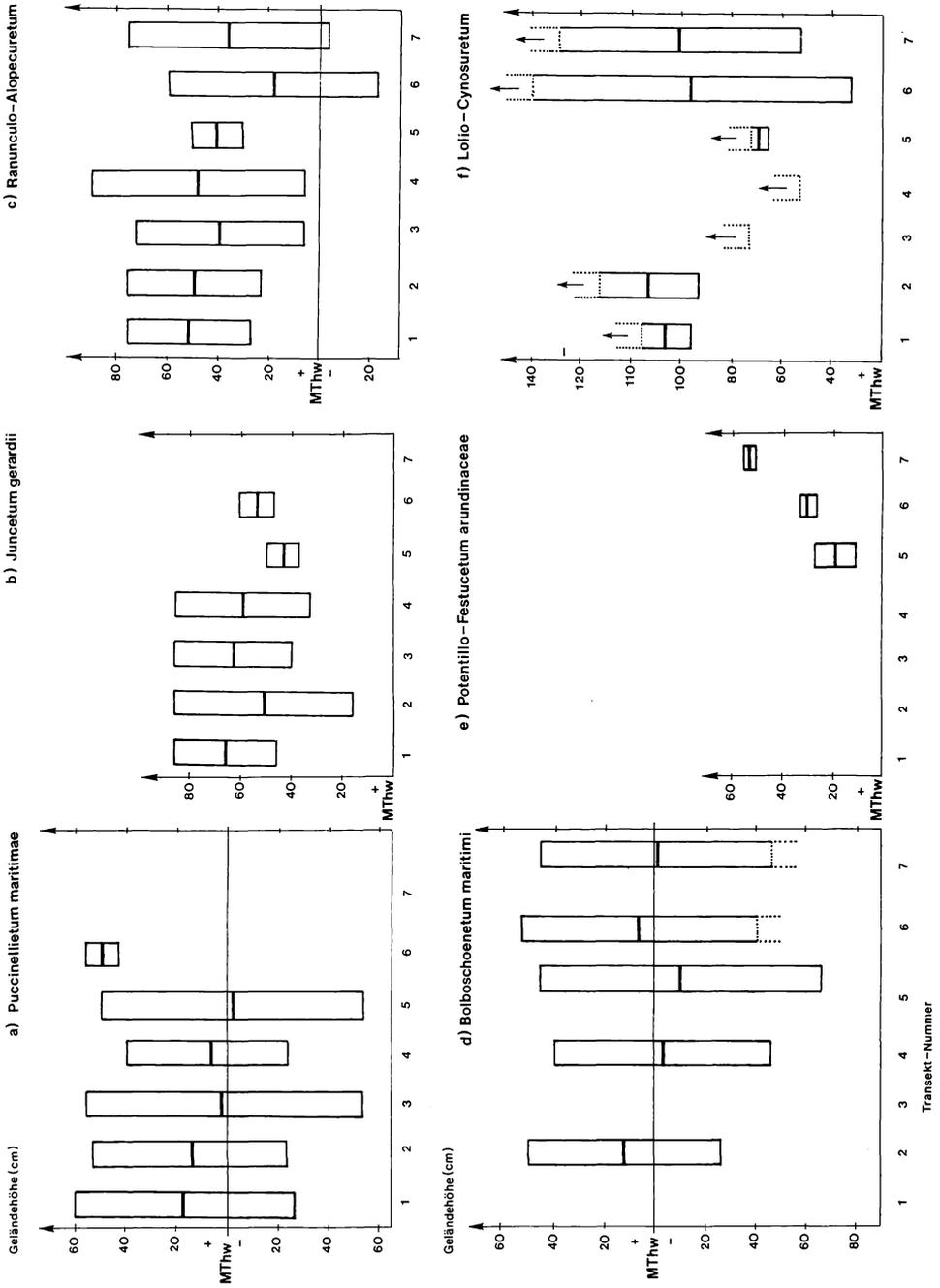


Abb. 9: Höhennivellements über die Verteilung der auskartierten Vegetationstypen; die Zahlen auf der Abszisse entsprechen den Transekten in Abb. 8; die Salzgehalte im Boden fallen von links nach rechts ab.

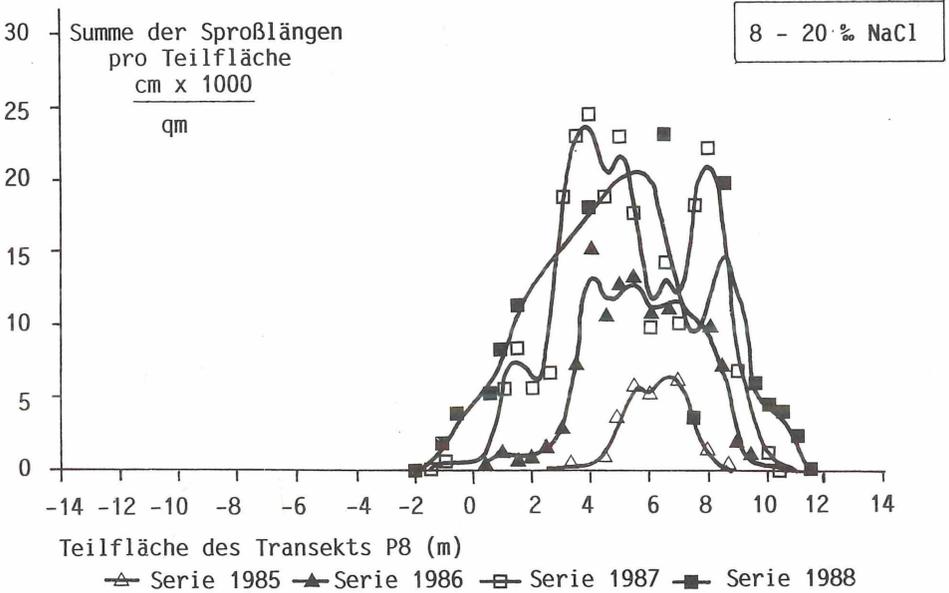
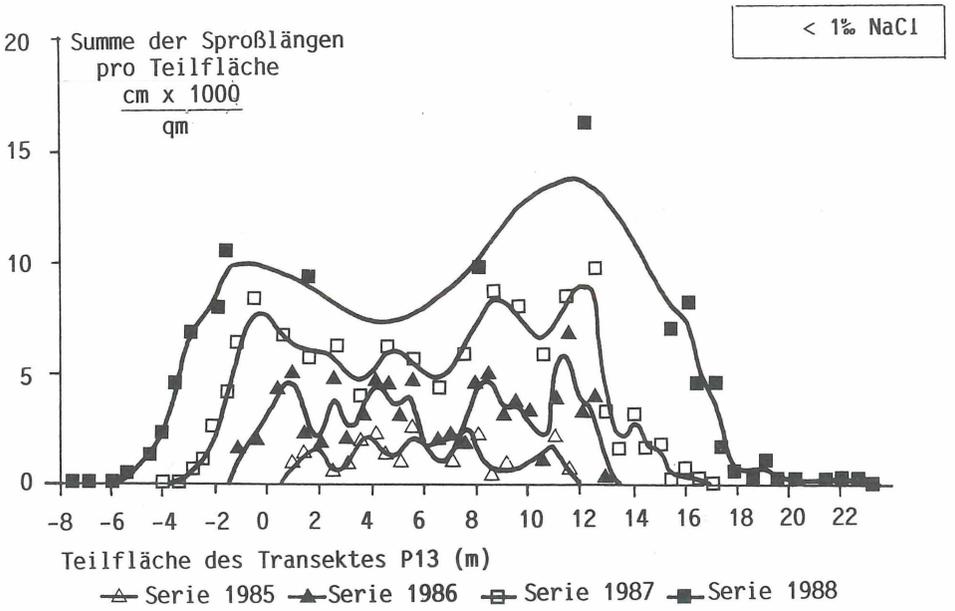


Abb. 10: Entwicklung von *Phragmites*-Sproßkolonien im NSG Kronenloch in Abhängigkeit von der Salinität der Standorte

Meldorfer Bucht beobachten. Mit abfallender Salinität auf den eingedeichten Flächen erhält *Phragmites australis* auf Pionierstandorten günstige Entwicklungsmöglichkeiten. Nach nicht-destruktiven Phytomassebestimmungen von LÜTKE TWENHÖVEN (1989) an *Phragmites*-Polykormonen ist das klonale Wachstum deutlich mit den Salzgehalten der Standorte korreliert (Abb. 10).

Für eine Ermittlung von Kausalzusammenhängen zwischen Vegetationsverteilung und Salzgehalten der Bodenlösung gilt das gleiche wie bei der Wechselbeziehung zwischen Wasserstufen und Vegetation: die ermittelten Salzgehalte sind bei beträchtlichen Schwankungen in Raum und Zeit ein *konditioneller* Faktor im Sinne von VAN WIRDUM (1981, 1986); die Interpretation der *operationellen* (ökophysiologischen) Wirkung bedarf zusätzlich einer detaillierten Untersuchung an einzelnen Populationen, etwa über die Wasseraufnahme und apparente Photosynthese bei variierten Salinitäten.

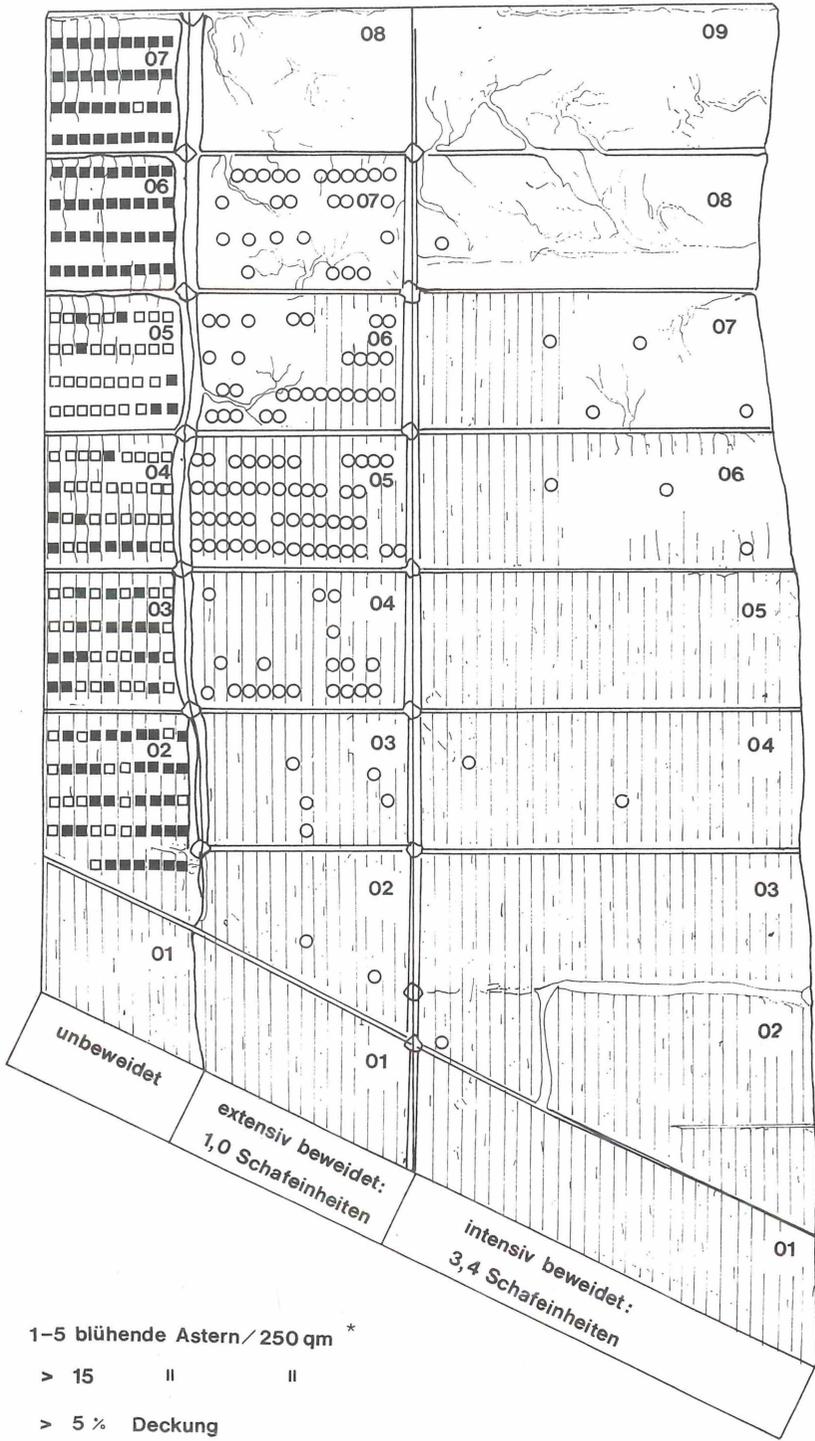
4.3 Beweidung

Weidenutzung im Vorland verschiebt die Konkurrenzgleichgewichte nachhaltig. Im Zuge der Entwicklung eines Managementkonzeptes für die Abstimmung (wasser)wirtschaftlicher Interessen mit solchen des Naturschutzes wurden 1988 in Dithmarschen und Nordfriesland Dauerflächen für Beweidungsexperimente eingerichtet. Untersucht werden die Auswirkungen abgestufter Standweide-Intensitäten auf den zuvor intensiv beweideten Vorlandflächen. Experimente über Umtriebsweide stehen derzeit aus. Ermittelt werden die Entwicklung der Vegetation und der Wirbellosenfauna sowie die Veränderung bodenphysikalischer und -chemischer Parameter (Ökosystemforschung Schleswig-Holsteinisches Wattenmeer).

Werden Flächen aus der Weidenutzung ausgegrenzt, so können vor allem die bevorzugt verbissenen Arten ihren vollen generativen Zyklus durchlaufen und stehen auch Phytophagenkomplexen als Habitat zur Verfügung. Abb. 11 belegt anhand einer Rasterkartierung von *Aster tripolium* das Auftreten blühender Pflanzen in Abhängigkeit von der Beweidungsintensität. Die aktuelle Inanspruchnahme der Flächen durch die Tiere unterscheidet sich dabei von der rechnerisch ermittelten, da die Schafe deichnahe Flächen bevorzugen.

Allgemein führt die Reduktion oder Aufgabe der Beweidung zu beträchtlichen strukturellen Veränderungen, die sich in einer Entmischung der Bestände dominierender Arten äußert. Abbildung 12 verdeutlicht dies durch den Vergleich der krautigen Vegetation zweier Vorland-Parzellen westlich des Sönke-Nissen-Kooges. Als Maß für die ‚Entmischung‘ dienen die Längen der Grenzlinien des ermittelten Dominanzwechsels der herrschenden Arten (Annuelle mit Deckungen über 25%, alle übrigen ab 50%). Die steigende Zahl der Mikrogrenzen ist Ausdruck der Strukturvielfalt der Flächen. Bemerkenswert ist der rasche Wandel bereits drei Jahre nach Beginn des Experiments.

Aufschluß über die Wirkung des Weidegangs auf die Populationsdynamik einzelner Arten geben schließlich produktionsbiologische Untersuchungen. Im Vorland des Sönke-Nissen-Kooges erreichen *Suaeda maritima* und *Salicornia europaea* agg. höhere Anteile an der Gesamtphytomasse. Die Verteilung beider Arten ist dabei beweidungsabhängig. Während *Salicornia* in der unbeweideten Parzelle kaum auftritt, ist *Suaeda* hier mit hohen Anteilen vertreten (Abb. 13). Bei 1,0 SE/ha erreichen beide Arten ähnliche Trockengewichte. In der intensiv beweideten Parzelle tritt *Suaeda* kaum auf, *Salicornia* jedoch mit relativ hoher Phytomasse. Diese Ergebnisse belegen, daß *Salicornia* auf ‚offenen‘ Flächen konkurrenzkräftiger ist, auf den unbeweideten Flächen mit dichter Vegetations- und Streuschicht dagegen von *Suaeda* abgelöst wird.



Aufnahme: September 1990

* 5% Deckung

Abb. 11: *Aster tripolium*-Blühaspekte im Vorland des Sönke Nissen-Kooges in Abhängigkeit von der Nutzungsintensität; 1 SE/ha = 1 Schafeinheit je Hektar; 1 Mutter-schaf mit 1,5 Lämmern und 0,3 „Zutrettern“.

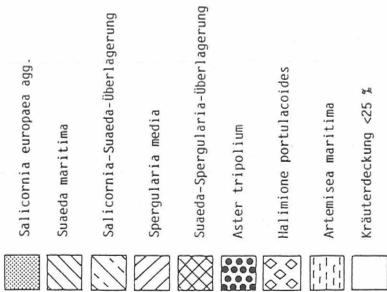
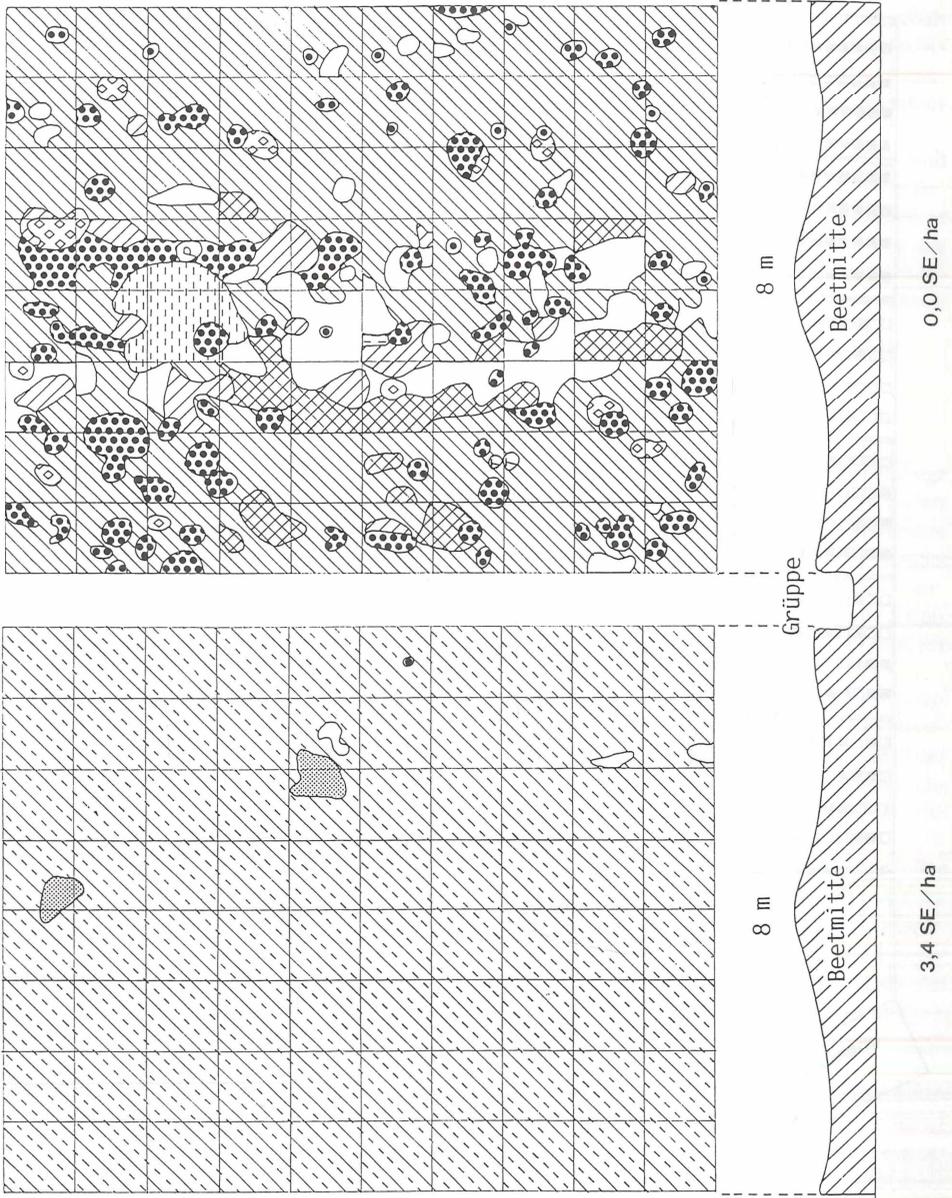


Abb. 12: Arten-Dominanz-Kartierung; Vergleich der Verteilung krautiger Pflanzen intensiv beweideter und unbeweideter Flächen

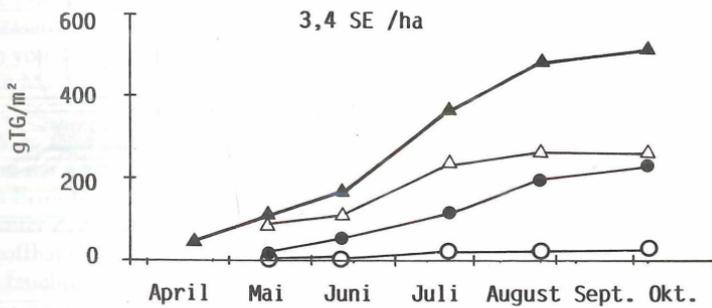
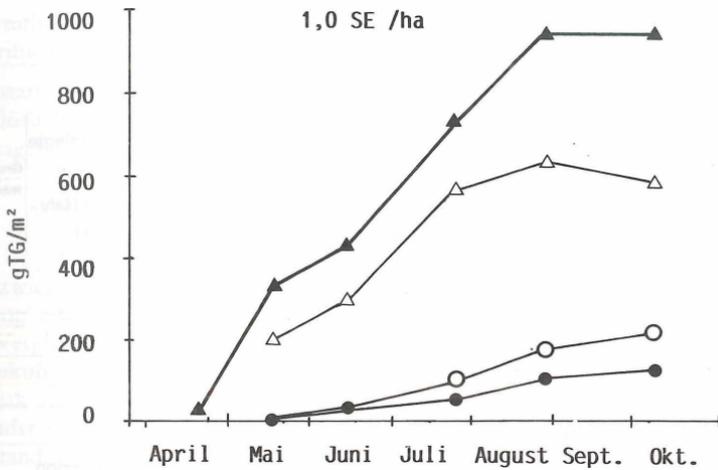
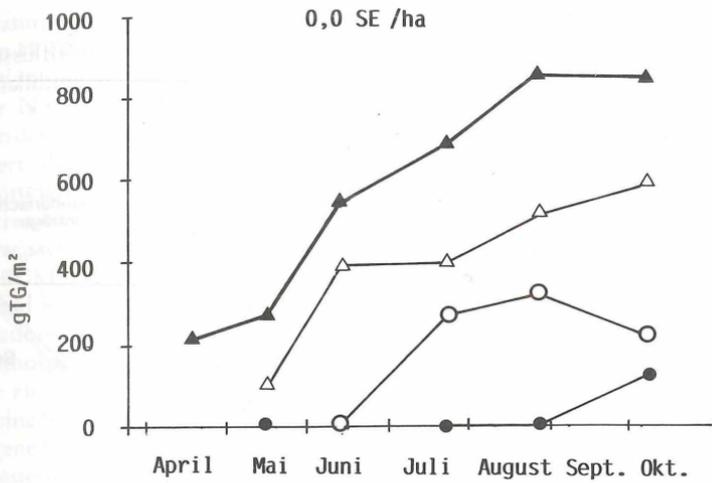
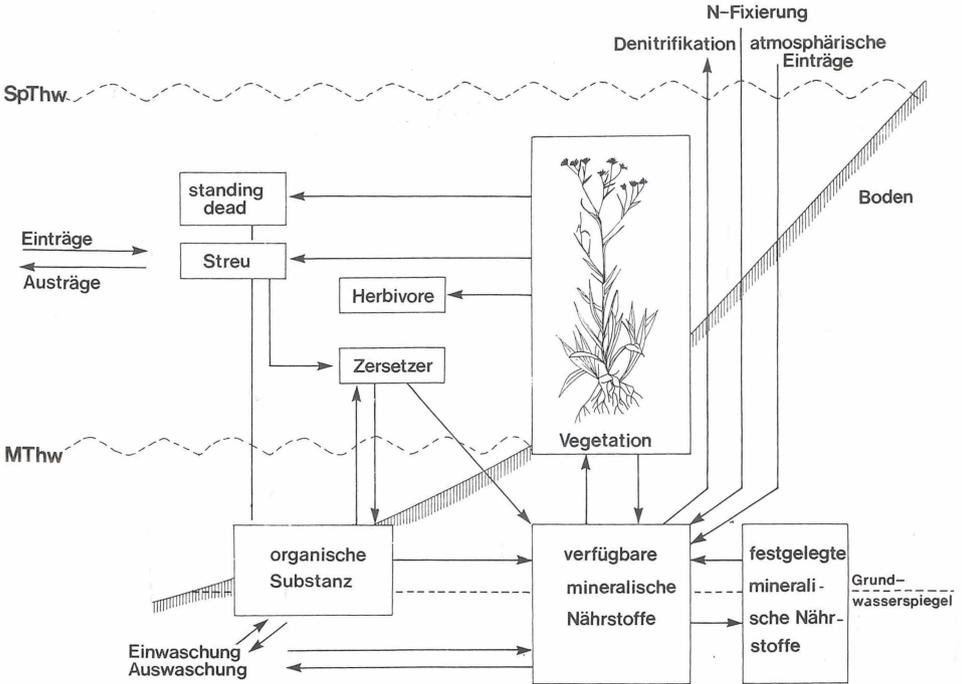


Abb. 13: Entwicklung der oberirdischen Phytomasse in unterschiedlich intensiv beweideten Salzrasen im Vorland des Sönke-Nissen-Kooges (1990); geschlossene Dreiecke: oberirdische Phytomasse und Streu, offene Dreiecke: Gräser, geschlossene Kreise: *Salicornia europaea agg.*, offene Kreise: *Suaeda maritima*

4.4 Nährstoffdynamik

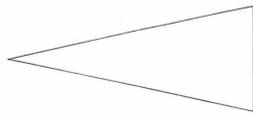
Die Nährstoffzyklen im Vorland sind bezüglich der Poolgrößen und Stoffflüsse erst in groben Konturen verstanden (vergl. Skizze Abb. 14) und bedürfen zur Gesamtbilanzierung eines anspruchsvollen Forschungskonzeptes.



steuernde Faktoren



Überflutungs-
häufigkeit
Überflutungsdauer



Redoxpotential
Nitrifikationsraten
Salzgehalt-
schwankungen
Wasserstreß
Konkurrenz



Abb. 14: Stoffflüsse im Vorland, grob schematisiert

Untersuchungen von HENRIKSEN & JENSEN (1979) in einem Halimionetum in Skallingen belegen eine mittlere Mineralisationsrate von $918 \text{ nmol cm}^{-3} \text{ Woche}^{-1}$ im Hauptwurzelschicht in den obersten 9 cm des Bodens. Während der Vegetationsperiode von Mai bis Oktober werden etwa 80% des mineralisierten Stickstoffs in Nitrat überführt; die Umsetzung ist im wesentlichen

temperaturgesteuert. Die von HENRIKSEN & JENSEN (1979) kalkulierte Netto-Mineralisation liegt um 11 g N m^{-2} und entspricht damit im wesentlichen dem ermittelten N-Entzug durch die Vegetation.

Der Nitrat-Eintrag mit den Tiden spielt wahrscheinlich keine wesentliche Rolle, eher dagegen der NH_4^+ -Entzug. Über NH_3 -Ausgasung und Denitrifikationsprozesse sind wir wenig orientiert. Zu erwarten sind erhebliche Unterschiede in Abhängigkeit von Porenverteilung, Überflutungsdauer, Wassergehalten sowie der wechselnden Durchlüftung und den daraus resultierenden Redoxpotentialen.

Abwässer können neben einer natürlichen und anthropogenen Grundfracht (HOFFMANN 1979, HICKEL 1979, RSU 1980: 376–394) lokal erheblich die N- und P-Bilanz prägen (JENSEN 1989) und letztendlich auch dazu führen, daß aerobe Mineralisations-, Akkumulations- und Eliminationskapazität im Litoral überschritten werden (HÖPNER 1989). Hinzu treten beträchtliche atmosphärische NO_3^- - und NH_4^+ -N-Depositionen (RSU 1980: 296, MARTENS 1988), letztere zu mehr als 95% anthropogenen Ursprungs, wobei der Tierhaltung in der Landwirtschaft eine Schlüsselrolle zukommt.

Eigene Voruntersuchungen an unseren Beweidungsprobestellen sind zur Zeit noch schwer interpretierbar:

- auf beweideten Flächen ist offensichtlich die N-Mineralisation deutlich höher als die Nitrifikation;
- Sturmflutereignisse und anschließende Stauphasen beeinflussen – erwartungsgemäß – das Nitrifikationsgeschehen beträchtlich;
- die statistische Absicherung von Ergebnissen erfordert eine hohe räumliche und zeitliche Auflösung; wahrscheinlich sind Meßkampagnen nach bestimmten Witterungsereignissen aussagekräftiger als aufwendige Daueruntersuchungen.

4.5 Produktion

Salzwiesen werden generell als ‚produktive‘ Ökosysteme angesehen. Maßzahlen wie ‚standing crop‘ oder die ‚Nettoprimärproduktion‘ (hier als NAPP-Net Aerial Primary Production) lassen Vergleiche innerhalb eines und zwischen verschiedenen Systemen zu. Bei nur schwachen Schwankungen der Gesamtphytomasse kann der ‚standing crop‘, bei stärkeren Schwankungen der ‚peak standing crop‘, zum Vergleich der angehäuften Phytomassen einzelner Systeme verwendet werden. Die schleswig-holsteinischen Salzweidenbestände liegen bezüglich ihres ‚peak standing crop‘ (= jährliches Maximum der oberirdischen Phytomasse) im überregionalen Vergleich etwa im mittleren bis oberen Bereich (s. Tab. 1). In beweideten Andelrasen wurden Werte von 280–520 g TG/m² ermittelt, im Rotschwingelrasen 203 g TG/m².

Seit 1988 unbeweidete Flächen wiesen ‚peak standing crop‘-Werte zwischen 1067 g/TG m² (Andelrasen) und 1139 g TG/m² (Rotschwingelrasen) auf. Langjährig unbeweidete Flächen werden von sehr produktiven, einartigen Beständen von *Agropyron* spp. besiedelt; diese erreichen ein Maximum der oberirdischen Phytomasse von 1526–1792 g TG/m².

Das jeweilige Maximum der Biomasse liegt nicht etwa vorwiegend im August, wie von DE LEEUW et al. (1990) angenommen, sondern trat in den schleswig-holsteinischen Beständen während der letzten drei Jahre im Zeitraum zwischen Juli und Oktober auf.

Die Ermittlung der Nettoprimärproduktion (NPP) berücksichtigt Stoffumsätze innerhalb bestimmter Zeitintervalle und dient als Grundlage für Erhebungen etwa zum Kohlenstoff- und Nährstoffhaushalt. Die NPP zeigt generell eine Breitengradabhängige Verteilung mit Maximum in den feuchten Tropen. Sie bleibt aber in Salzmarschen über mehrere Breitengrade relativ konstant hoch (WHITTAKER 1975 in BEGON, HARPER & TOWNSEND 1990). *Agropyron x oliveri* erreicht in Schleswig-Holstein eine Nettoprimärproduktion von 1653–1928 g TG/m² a. Diese Werte liegen deutlich über jenen von GROENENDIJK (1984) mit 474–878 g TG/m² a, die nach der Methode von SMALLEY (1959) ermittelt wurden, sind aber mit solchen produktiver *Spartina*-Bestände in England und den USA vergleichbar (WHITE & al. 1978).

Tabelle 1: „Peak standing crop“, Angaben verschiedener Autoren

Autor	dominante Art	„peak standing crop“ (g TG/m ²)	Monat	Ort
EISCHEID, HAMANN, KIEHL, WALTER ined.	<i>Puccinellia maritima</i>	280–1067	Juli, Aug., Sept.; Okt.	BRD
HANSEN (1982)	<i>Puccinellia maritima</i>	380–930	Aug., Sept., Okt.	BRD
KETNER (1972)	<i>Puccinellia maritima</i>	249–589	Aug., Sept.	NL
HUSSEY & LONG (1982)	<i>Puccinellia</i> , <i>Halimione</i>	ca. 1640	Aug.	GB
KETNER (1972)	<i>Plantago</i> , <i>Limonium</i>	602–675	Aug., Sept.	NL
EISCHEID, HAMANN, KIEHL, WALTER ined.	<i>Festuca rubra</i>	203–1139	Juli, Sept.	BRD
HANSEN (1982)	<i>Festuca rubra</i>	244–638	Sept., Okt.	BRD
DE LEEUW et al. (1990)	<i>Festuca</i> , <i>Armeria</i>	113	Aug.	NL
“	<i>Festuca</i> , <i>Limonium</i>	273	Aug.	”
KETNER (1972)	<i>Juncus gerardii</i>	363–519	Aug.	“
NEUHAUS ined.	<i>Agropyron x oliveri</i>	1526–1792	Juli, Sept.	BRD
DE LEEUW et al. (1990)	<i>Elymus pycnanthus</i>	266	Aug.	NL
WHITE et al. (1978)	<i>Distichlis spicata</i>	1164	keine Angabe	USA
”	<i>Spartina patens</i>	2194	“	”
TEAL (1962)	<i>Spartina alterniflora</i>	900–3225	“	”
WHITE et al. (1978)	<i>Spartina alterniflora</i>	1473	“	”
“	<i>Juncus roemarianus</i>	1959	”	“

5. Naturschutz und Nutzungskonflikte

Das Gesetz zum Schutze des Schleswig-Holsteinischen Wattenmeeres (Nationalparkgesetz vom 22.7.1986) weist als Ziel aus:

„Die Errichtung des Nationalparks dient dem Schutz des schleswig-holsteinischen Wattenmeeres und der Bewahrung seiner besonderen Eigenart, Schönheit und Ursprünglichkeit. Seine artenreiche Pflanzen- und Tierwelt ist zu erhalten und der möglichst ungestörte Ablauf der Naturvorgänge zu sichern.“

Die Schlüsselfragen für den Naturschutz im Küstenraum lauten daher vor dem Hintergrund teilweise divergierender Nutzungsansprüche:

- Wie lassen sich seltene, selten gewordene und bedrohte Lebensgemeinschaften, ihre Lebensräume und die aus ihren Komplexen entwickelten Landschaften erhalten?
- Wie und mit welchen Erfolgsaussichten lassen sich gestörte (oder aktuell nicht mehr vorhandene) Lebensgemeinschaften steuern und entwickeln?

5.1 Eutrophierung und landwirtschaftliche Nutzung

Die Vorlandflächen der schleswig-holsteinischen Nordseeküste sind im Vergleich mit jenen der übrigen Wattenmeer-Anrainer am intensivsten beweidet, wobei in der Regel Schafe aufgetrieben werden. Es ergeben sich Weidedichten von bis zu 10–14 Tieren je Hektar. Als Folge dieser Nutzung sind weite Teile der Salzrasen in kurzgefressene Salzweiden überführt worden. Verbiß- und trittempfindlichere Arten können sich so allenfalls an schwerer erreichbaren Stellen halten, beispielsweise an Graben oder Prielrändern.

Unbeweidete Salzrasen finden sich derzeit nur kleinflächig auf Eiderstedt sowie einigen Halligen und Inseln. Ein wesentliches Ziel künftiger Arbeit im Nationalpark muß demzufolge sein, die Beweidungsintensität auf weiten Flächen zurückzunehmen oder diese Form der Nutzung ganz einzustellen, um eine natürliche Entwicklung von Vegetation und Fauna zu ermöglichen.

Ähnliches gilt für die Vorlandentwässerung. Die Salzrasen entlang der Westküste sind derzeit von einem dichten Netz von Gruppen (etwa im Abstand von zehn Metern) und Entwässerungsgräben (etwa alle 200 Meter) durchzogen, die eine maximale Drainage des

Vorlandes gewährleisten. Nach der Ausweisung des Nationalparks sollte nunmehr erreicht werden, natürlich ablaufenden Prozessen der Sedimentation und Erosion auch ohne Regulierung der Entwässerung breiteren Raum zu geben.

Eine spontane Vegetationsentwicklung unter Zurücknahme von Entwässerung und Beweidung ist auch für Flächen außerhalb des Nationalparks anzustreben, etwa für das durch seine einzigartige Vegetationsabfolge gekennzeichnete Vorland im Elbeästuar im Bereich der Neufelder Bucht (vergl. Abb. 8). Dieses Gebiet sollte darüber hinaus aufgrund seiner Einmaligkeit als Naturschutzgebiet gesichert oder in den zu erweiternden Nationalpark aufgenommen werden.

Die auf eingedeichten Flächen etwa in der Nordstrander Bucht für die Nutzung Naturschutz vorgesehenen Bereiche bedürfen einer auf Dauerflächenuntersuchungen aufbauenden, sorgfältigen Entwicklungsplanung, die nicht zu frühzeitig durch politische Vorgaben eingeengt werden sollte.

Das nutzungsgeprägte anthropozoogene Grasland der Ostseeküste erfährt gegenwärtig nach Ausfall der Biomasseabschöpfung (durch Mahd oder moderate Beweidung) vielerorts eine merkliche Verarmung, wie dies JESCHKE (1987) auch für die Küste Mecklenburg-Vorpommerns belegen konnte. Vegetation und Tierwelt lassen sich in diesem Fall nur durch das Beibehalten einer mit den Schutzziele abgestimmten Beweidung zu sichern: Naturschutz wird gleichbedeutend mit ‚Kulturschutz‘ (STUHR & al., 1989: 54f.).

5.2 Küstenschutz

Als Begründung für die intensive Beweidung wird häufig angeführt, daß sie für die Erhaltung einer widerstandsfähigen Grasnarbe notwendig sei (vergl. GRUMBLAT 1987). Dies gilt primär für den Deichkörper selbst und allenfalls noch einen schmalen vorgelagerten Streifen, zumal negative Auswirkungen einer Beweidungsaufgabe im Vorland auf die Deichsicherheit bislang keineswegs schlüssig nachgewiesen werden konnten. Entwässerungsmaßnahmen im Vorland zielen aus Sicht des Küstenschutzes primär auf den Schutz des Deichfußes.

Durch Eindeichungsmaßnahmen gingen entlang der Westküste bis in jüngste Zeit erhebliche Salzrasenflächen verloren, so 1978 in der Meldorfer Bucht etwa 1300 ha, im Rodenäs-Vorland 1981 etwa 500 ha, in der Nordstrander Bucht 1987 etwa 1200 ha und im Ockholmer Koog 1991 etwa 65 ha.

Vertreter des Naturschutzes setzen sich bereits seit langem für die Erhaltung möglichst breiter Vorlandflächen ein, weil diese nicht allein für den Naturhaushalt, sondern auch für die Sicherung der Deiche von erheblicher Bedeutung sind, da sie bei Sturmfluten die Wellenhöhen und den Wellenaufbau reduzieren und die Deichbruchgefahr mindern. Mit Blick auf den durch klimatische Veränderungen beschleunigten Meeresspiegelanstieg gewinnt die Erhaltung der Vorlandflächen zusätzliche Bedeutung, zumal die Bildung neuer Vorlandflächen mit diesem Anstieg nicht Schritt halten kann (s. u.a. DIECKMANN 1987).

Entlang der Ostseeküste sind Straßen-, Siedlungs- und Hafenausbau sowie Küstenschutzmaßnahmen für eine drastische und irreversible Zerstörung der Salzrasen in den vergangenen 150 Jahren verantwortlich. Die Erhaltung der noch verbliebenen relativ naturnahen Flächen ist daher unabdingbar. Die in einigen Gebieten vorgesehene Rücknahme von Deichen (z.B. NSG Geltinger Birk, Krs Schleswig-Flensburg) muß durch sorgfältige Dauerflächenuntersuchungen begleitet werden, um realistische Entwicklungsziele und Pflegekonzepte auf der Basis naturwissenschaftlicher Befunde erarbeiten zu können.

5.3 Tourismus

Die touristische Entwicklung im Nord- und Ostseeraum bedarf der behutsamen Lenkung. Durch den Badebetrieb sind vor allem Dünenbereiche und die teilweise als Parkraum genutzten Außensände (z.B. bei St. Peter-Ording) sowie im Ostseeraum die Strandwälder mit ihrer jeweils spezifischen Flora und Fauna besonders stark betroffen. Übernutzung bedeutet hier Verlust von Eigenart, Schönheit und Attraktion des Erholungsraumes und damit zugleich auch seine ökonomische Abwertung. Besonders in Schlechtwetterphasen werden von Wanderern auch die

Salzmarschen aufgesucht. Ein wirkungsvoller Schutz brütender Vögel erfordert die Steuerung und Überwachung des Besucherstromes, die vor allem von Mitarbeitern verschiedener Naturschutzverbände in Zusammenarbeit mit Naturschutz- und Nationalparkverwaltungen durchgeführt wird. Die Notwendigkeit ist im allgemeinen für die Besucher leicht nachvollziehbar. Schwerer dem Laien zu vermitteln sind Zerschneidungs- und Verinselungseffekte durch Wege und Pfade in ihrer negativen Wirkung auf die Entomofauna von Strandwällen und Dünenreihen oder das Betreten und Befahren der Strände und Außensände, wodurch auf Dauer die makroskopisch nicht erkennbaren, indessen spezifischen und empfindlichen Organismen des Sandlückensystems vernichtet werden.

5.4 Ölbohrungen und militärische Nutzung

Wie die Einleitung verunreinigten Oberflächenwassers sind die Ölbohrungen insbesondere in den küstennahen Abschnitten sowie die militärische Nutzung entlang der Küsten mit Naturschutz und gesteuerter Tourismusentwicklung grundsätzlich unvereinbar. Die reiche Flora und Fauna einzelner küstennaher militärischer Übungsplätze (etwa in Putlos bei Oldenburg/Holstein) liefert insofern keinen Gegenbeweis, als doch ein straffer Totalschutz mit weitreichendem Nutzungsausschluß, würde er denn wirklich durchgesetzt, ähnliches bewirken könnte.

6. Dank

Unser Dank gilt Frau S. BÜRNER für die geduldig ausgeführten Zeichenarbeiten sowie den zahlreichen ungenannten studentischen Hilfskräften für die unerläßliche ‚Maikäferarbeit‘ im Gelände und Labor.

Zusammenfassung

Der Küstenraum Schleswig-Holsteins und seine charakteristischen Küstenformen werden kurz erläutert, der aktuelle Stand der Bearbeitung von Flora und Vegetation für einzelne Lebensraumtypen vorgestellt. Ausführlich werden diejenigen ökologische Faktorenkomplexe erörtert, welche die Vegetationsverteilung insbesondere in den Salzmarschen steuern. Abschließend werden Nutzungskonflikte skizziert und Anforderungen des Naturschutzes formuliert.

Abstract

Geobotanical Investigations in Coastal Areas of Schleswig-Holstein, BRD

The geomorphological and morphogenetical features of saltmarshes and dune series along the North Sea and the Baltic Sea of Schleswig-Holstein were characterised, and a survey on the present state of floristical and phytosociological investigations is presented. Synecological investigations of our working group consider key factor complexes as effects of flooding, salinity, human impact by cattle grazing on the vegetation composition as well as nutrition and productivity of different sites.

Environmental problems like eutrophication from different sources, further agricultural utilization, embankment and recreational effects were stressed.

Quellen

- AHMAD, I., S.J. WAINWRIGHT & G.R. STEWART (1981): The solute and water relations of *Agrostis stolonifera*. – *New Phytol.* 87, 615–629.
BANTELMAH, A. (1966): Die Landschaftsentwicklung im nordfriesischen Küstengebiet, eine Funktionsanalyse durch fünf Jahrtausende. – *Küste* 14 (2), 5–99, Neumünster.
BEEFTINK, W.G. (1965): De zoutvegetatie van ZW-Nederland beschouwd in Europees Verband. – *Medd. Landbouwhogeschool*, 65 (1), Wageningen.
–, M.C. DAANE & W. DE MUNCK (1971): Tien jaar botanisch oecologische verkenningen langs het Veerse Meer. – *Natuur Landschap* 25, 50–63.
BEGON, M., J.L. HARPER & C.R. TOWNSEND (1990): *Ecology*, 2nd ed., Boston.

- BJÖRKMANN, S.O. (1954): Chromosome Studies in *Agrostis*. II. – *Hereditas* **40**, 254–258.
– (1960): Studies in *Agrostis* and related genera. – *Symbol. Bot. Upsaliensis* **17**, 1–113, Uppsala.
- BOBROWSKI, U. (1974): Das Brenner Moor bei Bad Oldesloe. – *Kieler Notiz* **6** (2/3), 18–34, Kiel.
- BUCHSBAUM, R.N., I. VALIELA & T. SWAIN (1984): The role of phenolic compounds and other plant constituents in feeding by Canada geese in a coastal marsh. – *Oekologia* **63**, 343–349, Berlin.
- , F.T. SHORT & D.P. CHENEY (1990): Phenolic-nitrogen interactions in eelgrass, *Zostera marina* L.: possible implications for disease resistance. – *Aquatic Bot.* **37**, 291–297, Amsterdam.
- DAUMANN, A. (1990): Die Vorlandvegetation von St. Peter-Ording. – *Dipl. Arb. Inst. f. Geogr. Univ. Hamburg*, 103 S., Polykopie.
- DIECKMANN, R. (1987): Bedeutung und Wirkung des Deichvorlandes für den Küstenschutz. – *WWF-Tagungsber.* **1**, 163–187, Husum.
- DIERSSEN, K. unter Mitarbeit von H. v. GLAHN, W. HÄRDTLE, H. HÖPER (†), U. MIERWALD, J. SCHRAUTZER & A. WOLF (1988): Rote Liste der Pflanzengesellschaften Schleswig-Holsteins. – *SchrR. Landesamt NatSchutz LandschPflg.* SH **6**, 2. Aufl., 159 S., Kiel.
- DIGGELEN, J. van (1988): A comparative study on the ecophysiology of salt marsh halophytes. – *Diss. Univ. Amsterdam*, 208 pp.
- DIJKEMA, K.S. (1980): Geomorphology of the Wadden Sea area. – 135 S., Leiden.
– (1984): Development and classification of main salt marsh biotopes in Europe. – In: K.S. DIJKEMA (ed.) *Salt marshes in Europa*. – *Europ. Comm. for the Conservation of Nature and Natural Resources*, Straßbourg.
- DU RIETZ, G.E. (1950): Phytogeographic Excursion to the Maritime Birch Forest Zone and the Maritime Forest Limit in the Outermost Archipelago of Stockholm. – 7. *Internat. Bot. Congr. Stockh., Exc. guide B* **1**, 11 S., Uppsala.
- EIGNER, J. (1973): Zur Standorts-, Ausbreitungs- und Keimungsökologie des Meerkohls (*Crambe maritima* L.). – *Diss. Bot.* **25**, 150 S., Lehre
- FÜHRBÖTER, A. (1989): Changes of the tidal water level at the German North Sea coast. – *Helgoländ. Meeresunters.* **43** (3/4), 325–332, Hamburg.
- GLAHN, H. v., R. DAHMEN, R. v. LEMM & D. WOLFF (1989): Vegetationssystematische Untersuchungen und großmaßstäbige Vegetationskartierungen in den Außengroden der niedersächsischen Nordseeküste. – *Drosera* **89** (1/2), 145–168, Oldenburg.
- GRIPP, K. (1966): Ursachen und Verhinderung des Abbruchs der Insel Sylt. – *Die Küste* **14** (2), 170–182, Neumünster.
- GROENENDIJK, A.M. (1984): Primary production of four dominant salt marsh angiosperms in the SW Netherlands. – *Vegetatio* **57**, 143–152.
- GRUMBLAT, J.-D. (1987): Wurzeldichte und Wurzelverteilung verschiedener Salzpflanzenbestände, ihre Beeinflussung durch unterschiedliche Nutzungen und Bedeutung für die Belastbarkeit von Vorlandböden. – *SchrR Inst. Wasserwirtsch. LandschÖkol.* **4**, 170 S., Kiel.
- HÄRDTLE, W. (1984): Vegetationskundliche Untersuchungen in Salzwiesen der ostholsteinischen Ostseeküste. – *Mitt. AG Geobot. Schlesw.-Holst./Hamb.* **34**, 142 S., Kiel.
- HAGGE, H. (1989): Kartierung der realen Vegetation der schleswig-holsteinischen Festland-Salzwiesen (im Maßstab 1:5000). – unveröff. Gutachten der Landesstelle für Vegetationskunde am Botanischen Institut der CAU für das Landesamt für den Nationalpark Schleswig-Holsteinisches Wattenmeer; Polykopie, 25 S., Kiel.
– (1990): Biotopkartierung im Supra- und Epilitoral des Wattenmeeres (Maßstab 1:5000 und 1:2500). – *Gutachten Landesamt NatPark SH Wattenmeer*, 26 S., Polykopie.
- HANSEN, D. (1982): Entwicklung und Beeinflussung der Nettoprimärproduktion auf Vorlandflächen und im Vogelschutzgebiet Hauke-Haien-Koog. – *SchrR Inst. Wasserwirtsch. LandschÖkol. Univers. Kiel* **1**, Kiel.
- HENRIKSEN, K. & A. JENSEN (1979): Nitrogen mineralisation in a salt marsh ecosystem dominated by *Halimione portulacoides*. – In: JEFFERIES, R.L. & A.J. DAVY (eds.) *Ecological processes in coastal environments*, 373–384, Oxford.
- , & M.B. RASMUSSEN (1984): Aspects of nitrogen and phosphorus mineralisation and recycling in the northern part of the Danish wadden sea. – *Netherl. Inst. Sea Res.* **10** – 1984, 51–69.
- HEYKENA, A. (1965): Vegetationstypen der Küstendünen an der östlichen und südlichen Nordsee. – *Mitt. AG Floristik Schlesw.-Holst./Hamb.* **13**, 135 S., Kiel.
- HICKEL, W. (1979): Phosphate eutrophication of the German Bight (North Sea). – *Helgoland Sympos.*, **8** S., Mskr.

- HODSON; M.J., H. ÖPIK & S.J. WAINWRIGHT (1985): Changes in ion and water content of individual shoot organs in a salt-tolerant and a salt-sensitive clone of *Agrostis stolonifera* L. during and subsequent treatment with sodium chloride. – *Plant, Cell & Envir.* 8, 657–668.
- HÖPNER, T. (1989): Eutrophierung der Nordsee und des Wattenmeeres. – *NNA-Ber.* 2 (1), 14–20, Schneverdingen.
- HOFFMANN, W. (1979): Phosphor- und Stickstoffzufuhr aus der Landwirtschaft in die Ostsee, insbesondere durch die Schwebstoffe der Gewässerr. – *Wasser und Abwasser in Forschung und Praxis* 16, 106 S., Bielefeld.
- HUSSEY, A. & S. LONG (1982): Seasonal changes in weight of above – and below – ground vegetation and dead plant material in a salt marsh at Colne Point, Essex. – *J. Ecol.* 70, 757–771.
- JENSEN, A. (1989): Exchange of Nitrogen and Phosphorus in the Danish wadden sea area. – *Wadden Sea Newsletter* 2, 11–13.
- JESCHKE, L. (1987): Vegetationsdynamik des Salzgraslandes im Bereich der Ostseeküste der DDR unter dem Einfluß des Menschen. – *Hercynia N.F.* 24 (3), 321–328, Leipzig.
- JUHL, H. (1952): Aneuploidie und Systematik bei *Agrostis stolonifera* L. und *Festuca rubra* L. aus Schleswig-Holstein. – *Ber. Dtsche Bot. Ges.* 65, 330–337.
- KEMPF, N., J. LAMP & P. PROKOSCH (red.) (1987): Salzwiesen: geformt von Küstenschutz, Landwirtschaft oder Natur? – *WWF-Tagungsbericht* 1, 476 S., Husum.
- KETNER, P. (1972): Primary production of salt marsh communities on the island of Terschelling in the Netherlands. – Thesis Univ. Nijmegen.
- KÖRBER, P. (1987): Landschaftsökologische Untersuchungen im Vorland des Neufelder Kooges. – Diplomarb. Bot. Inst. Univ. Kiel, unveröff. Polykopic, 142 S. + Anhang, Kiel.
- LEEUW, J. De, H. OLFF & J.P. BAKKER (1990): Year to year variation in peak above-ground biomass of six salt-marsh angiosperm communities as related to rainfall deficit and inundation frequency. – *Aquatic Bot.* 36, 139–151.
- LÜTKE TWENHÖVEN, F. (1989): Gutachten zur Vegetationsentwicklung im Salzwasserbiotop/Helmsander Koog (Meldorfer Bucht). – unveröff. Polykopic, 139 S., Univ. Kiel.
- MAAREL, E. van der, R. BOOT, D. van DORP & J. RIJNTJES (1985): Vegetation succession on the dunes near Oostvoorne, the Netherlands; a comparison of the Vegetation in 1959 and 1980. – *Vegetatio* 58, 137–187, Dordrecht.
- MARTENS, P. (1988): On trends in nutrient concentrations in the northern Wadden Sea of Sylt. – *Helgoländ. Meeresunters.* 43, 489–499, Hamburg.
- MÖLLER, H. (1975): Soziologisch-ökologische Untersuchungen der Sandküstenvegetation an der Schleswig-Holsteinischen Ostsee. – *Mitt. AG Geobot. Schlesw.-Holst./Hamb.* 26, 166 S., Kiel.
- MUUS, U. & M. PETERSEN (1971): Die Küsten Schleswig-Holsteins. – 132 S., Neumünster.
- NEUHAUS, R. (1987): Vegetationskundliche Untersuchungen der Feuchtheiden in Dünentälern (Nordfriesische Inseln). – Zulassungsarb. Bot. Inst. Univ. Kiel, 72 S., Polykopic.
- (1990): Stadien und Alter der Primärsukzession von Feuchtheiden in Küstendünen. – *Drosera* 90, 29–34, Oldenburg.
- NORDWIJK-PIJK, K. van, W.G. BEEFTINK & P. HOGEWEG (1979): Vegetation development on salt-marsh flats after disappearance of the tidal factor. – *Vegetatio* 39 (1), 1–13.
- PETERSEN, W. (1987): Landschaftsökologische Probleme bei der Gestaltung eingedeichteter Flächen des Wattenmeeres. – 290+126 S., Dagebüll.
- PREISING, E., H.C. VAHLE, D. BRANDES, H. HOFMEISTER, H.E. WEBER (1990): Salzpflanzengesellschaften der Meeresküste und des Binnenlandes. – *Naturschutz und Landschaftspflege Nieders.* 20 (7–8), 163 S., Hannover.
- RAABE, E.-W. (1981): Über die Vegetation des Vorlandes an der östlichen Nordseeküste. – *Mitt. AG Geobot. Schlesw.-Holst./Hamb.* 31, 118 S., Kiel.
- RAABE, E.-W. (1987): Atlas der Flora Schleswig-Holsteins und Hamburgs (eds. K. DIERSSEN & U. MIERWALD), 654 S., Neumünster.
- RSU (Rat von Sachverständigen für Umweltfragen) (1980): Umweltprobleme der Nordsee. – Sondergutachten, 503 S., Stuttgart.
- SCHMEISKY, H. (1974): Vegetationskundliche und ökologische Untersuchungen in Strandrasen des Graswarders vor Heiligenhafen/Ostsee. – Diss. Univ. Göttingen, 103 S., Polykopic, Göttingen.
- SMALLEY, A.E. (1959): The growth cycle of *Spartina* and its relation to insect populations in the marsh. – *Proc. Salt Marsh Conf. March 1958, Sapelo Island, Georgia*.
- STAMM, S. v. (1987): Untersuchungen zum Wasserhaushalt und CO₂-Gaswechsel von *Agrostis stolonifera*

in Abhängigkeit vom Salzgehalt des Kulturmediums. – Diplomarb. Bot. Inst. Univ. Kiel, unveröff. Polykopie, 90 S., Kiel.

STEINFÜHRER, A. (1955): Die Pflanzengesellschaften der Schleifer und ihre Beziehungen zum Salzgehalt des Bodens. – Jb. Heimatver. Krs. Eckernförde 13, 3–47, Eckernförde.

STUHR, J., H. HÖPER (†), H. GRELL & W. HÄRDITLE (1989): Flächenschutzkonzept zur Erhaltung der botanischen Besonderheiten des Naturraumes Nordoldenburg/Fehmarn. – unveröff. Gutachten Landesstelle f. Vegkde im Auftrage des Landesamtes für Naturschutz und Landschaftspfl. SH, Polykopie, 117 S., Kiel.

TEAL, J.M. (1962): Energy flow in the salt marsh ecosystem of Georgia. – Ecology 43, 614–624.

VESTERGAARD, P. (1982): Horizontal variability of some soil properties within homogenous stands of coastal salt meadow vegetation. – Nord. J. Bot. 2, 343–351, Copenhagen.

WHITE, D.A., T.E. WEISS, J.M. TRAPANI & L.B. THIEN (1978): Productivity and decomposition of the dominant salt marsh plants in Louisiana. – Ecology 59, 751–759.

WIRDUM, G. van (1981): Linking up the natec subsystem in models for the water management. – Proc. and Inform. TNO, Committee on Hydrolog. Res. 27, The Hague.

WIRDUM, G. van (1986): Water related impacts on nature protection sites. In: HOOGHART, J.C. (ed.) Watermanagement in relation to nature, forestry and landscape management. – Idem 34, 27–58, The Hague.

Anschrift der Verfasser:

Botanisches Institut der Universität
c/o Landesstelle für Vegetationskunde
Olshausenstr. 40–60
2300 Kiel

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Berichte der Reinhold-Tüxen-Gesellschaft](#)

Jahr/Year: 1991

Band/Volume: [3](#)

Autor(en)/Author(s): Dierßen Klaus, Eischeid I., Härdtle Werner, Hagge H., Hamann Ulrike, Kiehl Kathrin, Körber P., Lütke Twenhöven F., Neuhaus Reimert, Walter J.

Artikel/Article: [Geobotanische Untersuchungen an den Küsten Schleswig-Holsteins \(Veröffentlichung Nr. 5 des Projektes Ökosystemforschung Wattenmeer\) 129-155](#)