

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

(AG. Floristik . . . von 1922)

Herausgegeben von Prof. Dr. E.-W. Raabe

Heft 26

**Soziologisch-ökologische Untersuchungen
der Sandküstenvegetation an der
Schleswig-Holsteinischen Ostsee**

von

Hans Möller

Kiel 1975

Mitteilungen der Arbeitsgemeinschaft Geobotanik
in Schleswig-Holstein und Hamburg

(AG. Floristik . . . von 1922)

Herausgegeben von Prof. Dr. E.-W. Raabe

Heft 26

Soziologisch-ökologische Untersuchungen
der Sandküstenvegetation an der
Schleswig-Holsteinischen Ostsee

von

Hans Möller

Kiel 1975

Habilitationsschrift
zur Erlangung der venia legendi für das Fach Botanik
an der Fakultät für Gartenbau und Landeskultur
der Technischen Universität Hannover

IN H A L T	Seite
Einleitung	5
Zusammenfassung	7
Verzeichnis der verwandten Abkürzungen und Symbole	11
1. Zum Klima des Untersuchungsgebietes und seiner Stellung im Rahmen der Cimbrischen Halbinsel	13
1.1. Die Niederschläge	13
1.2. Die Lufttemperaturen	13
2. Die Herkunft der Sande der schleswig-holsteinischen Ostseeküste	17
3. Methodische Grundlagen	19
3.1. Die Fassung der Vegetationseinheiten	19
3.2. Zur Ermittlung der Sukzessionszusammenhänge	20
3.3. Zur Untersuchung der Böden	21
3.4. Statistische Methoden	23
4. Die Vegetationseinheiten	25
4.1. Die Pflanzengesellschaften der Spülsumzone	25
4.1.1. Das Atriplicetum littoralis (Wi. Chr.) Tx. 1937	25
4.1.2. Die Honkenya-Bestände der Spülsumzone	27
4.1.3. Das Honkenyo-Crambeetum (Nordhagen 1940/41 n. n.) Eigner 1972	30
4.1.4. Das Potentillo-Elymetum arenariae (Raunkiaer 1935) Tx. 1966	30
4.2. Die Vegetation der Primärdünen; das Elymo- Ammophiletum "typicum"	30
4.3. Festuca rubra-reiche Gesellschaften	36
4.3.1. Das Elymo-Ammophiletum festucetosum arenariae Tx. 1937	36
4.3.1.1. Die Ursachen für den Rückgang von Ammophila bei nachlassender Über- sandung	36
4.3.1.2. Die Artenkombination des Elymo- Ammophiletum festucetosum are- nariae Tx. 1937	45
4.3.2. Das Elymo-Achilleetum ass. nov.	50
4.4. Festuca ovina (s. l.)-reiche Gesellschaften	72
4.4.1. Die Galium littorale-Festuca ovina-Gesellschaft	72
4.4.2. Die Ononis repens-Festuca trachyphylla- Gesellschaft	92
4.5. Die Calluna vulgaris-Gesellschaft	94
4.5.1. Die Untergesellschaft von Dicranum scoparium	99
4.5.2. Die Untergesellschaft von Hydrocotyle vulgaris	113

	Seite
4.6. Gebüsche und Waldgesellschaften	115
4.6.1. Die Bewaldung des <i>Festuca rubra</i> -Strandwalls	116
4.6.1.1. Das <i>Rubus caesius</i> -Gebüsch	
Das <i>Pruno-Crataegetum</i> Hueck	116
Das <i>Quercus robur</i> -Gebüsch	116
4.6.1.2. Der <i>Glechoma-Quercus robur</i> -Wald	118
4.6.1.3. Die <i>Festuca altissima-Fagus sylvatica</i> -Gesellschaft	119
4.6.2. Die Bewaldung <i>Festuca ovina</i> -reicher Strandwälle und Dünens	120
Der <i>Deschampsia flexuosa-Quercus robur</i> -Wald	120
4.6.3. Ein Vergleich der edaphischen Verhältnisse des <i>Glechoma-Quercus robur</i> -Waldes mit denen des <i>Deschampsia flexuosa-Quercus robur</i> -Waldes	128
4.6.4. Die Bewaldung <i>Calluna</i> -reicher Strandwälle und Dünens	139
4.7. Übersicht über die Zonierungen und Sukzessionen	141
4.8. Übersicht über die Beziehungen zwischen den Vegetationsarten und den Bodeneigenschaften	141
5. Korrelationen zwischen verschiedenen Bodeneigenschaften	144
6. Vergleich der Flora des USG mit der des Sandstrand des südlichen und östlichen Nordsee	152
7. Folgerungen für landespfliegerische Maßnahmen	155
7.1. Notwendige Maßnahmen zur Erhaltung des gegenwärtigen Charakters des Untersuchungsgebietes	155
7.2. Folgerungen für die Bepflanzung von Strandwällen und Dünens des Untersuchungsgebietes mit Gehölzen	157
8. Literaturverzeichnis	160

EINLEITUNG

Über die Vegetation mitteleuropäischer Sandküsten liegen schon etliche z. T. umfangreiche Arbeiten vor, so aus den Niederlanden (s. u. a. VAN DIEREN 1934, WESTHOFF 1947, BOERBOOM 1964, VAN DER MAAREL 1966, VAN DER MAAREL und WESTHOFF 1964), von der deutschen und jütischen Nordseeküste (s. u. a. TÜXEN und BÖCKELMANN 1957, TÜXEN und Mitarbeiter 1957, HEYKENA 1965), aus Mecklenburg (s. u. a. LIBBERT 1940, VODERBERG 1955, FROEDE 1959, FUKAREK 1961), aus Ostpreußen (s. u. a. TOMUSCHKAT 1929/30, PAUL 1944 und 1953).

Auch einzelne Bereiche der schleswig-holsteinischen Ostseeküste sind bereits im pflanzensoziologischen Schrifttum berücksichtigt worden (s. u. a. CHRISTIANSEN 1937, RAABE 1950 und 1973, MENKE 1969). Unter der Leitung bzw. Anleitung von Prof. RAABE entstanden ferner eine Reihe bislang unveröffentlichter lokaler Vegetationskarten bzw. -monographien. Eine zusammenfassende Untersuchung der Dünen und Strandwälle der schleswig-holsteinischen Ostseeküste fehlte bisher. Eine solche Arbeit erschien jedoch aus verschiedenen Gründen geboten:

1. um die für das gesamte Gebiet gültigen Vegetationszusammenhänge in ihren Grundzügen zu erfassen;
2. um die Stellung dieses Raumes im Rahmen der mitteleuropäischen Küstenvegetation zu klären;
3. um das heutige Bild für die Zukunft zumindest dokumentarisch festzuhalten. Diese Forderung ergab sich vor allem aus zwei Gründen:
a. Durch den in den letzten Jahren sprunghaft zugenommenen Fremdenverkehr ist die Vegetation des Untersuchungsgebietes zunehmend gefährdet.
b. Bis vor 10 - 20 Jahren wurden die Dünen und Strandwälle des Gebietes mehr oder weniger intensiv beweidet. Nachdem diese Form der Nutzung wirtschaftlich nicht mehr lohnt, verändert sich auch die Pflanzendecke. Eine vegetationskundliche Untersuchung zum gegenwärtigen Zeitpunkt kann die in der Vergangenheit gewachsenen Verhältnisse gerade noch erfassen.

Über die Klärung rein pflanzensoziologischer Fragen hinaus war es notwendig, die Beziehung der Pflanzendecke zum Standort näher zu analysieren. Das besondere Interesse galt dabei der Wechselbeziehung Vegetation / Boden.

Das Zustandekommen der Arbeit wurde von verschiedener Seite gefördert:

Frau K. WESTDÖRP, Kiel, führte einen Teil der C-Analysen der Böden durch. Herr P. MÜLLNER, Nordlohne, untersuchte die N-Gehalte der Böden. Herr J.-P. FRAHM, Duisburg, bestimmte eine Reihe von Moosen und Flechten. Frau A. SÉNÉCHAL, Hannover, nahm die Reinschrift der Tabellen und Diagramme vor. Herr A. KAIRIES, Kiel, übernahm die Reinschrift des Textes.

Mündliche bzw. schriftliche Diskussionen konnte ich mit folgenden Herren führen: Dipl. -Gärtner H. BÖTTCHER, Hannover; Dr. A. PAPENHAGEN, Hannover; Prof. Dr. E.-W. RAABE, Kiel; Prof. Dr. H. Graf von REICHENBACH, Hannover; Dr. S. STEPHAN, Bonn; Prof. Dr. Drs. h. c. R. TÜXEN, Todemann; Prof. Dr. H. ZEIDLER, Hannover.

Allen genannten Personen sei auch an dieser Stelle herzlich gedankt.

ZUSAMMENFASSUNG

1. Der Spülsaum des Untersuchungsgebietes wird im wesentlichen von zwei Gesellschaften bestimmt:
 - a. dem *Atriplicetum littoralis*, das sich als erste Einheit oberhalb des Einflußbereiches sommerlicher Hochwasser entfaltet;
 - b. einer *Honckenya peploides*-Gesellschaft, die in den uferferneren Bereichen neben das *Atriplicetum littoralis* treten kann. *Honckenya* zeigt sich sowohl einer Sandaufschüttung als auch einem im Zuge winterlicher Hochfluten möglichen Sandabtrag gewachsen.
2. Als Primärdünenbildner erscheinen im Gebiet neben *Elymus arenarius*, *Agropyron junceum* und *Honckenya peploides* bereits *Ammophila arenaria* und *A. x baltica*. Diese von der Nordsee- und Atlantikküste abweichenden Verhältnisse finden eine Erklärung in den geringeren NaCl-Gehalten des Ostseewassers.
3. Nur an wenigen Punkten der schleswig-holsteinischen Ostseeküste sind die Voraussetzungen für Dünen gegeben, die eine Höhe von 60 - 80 cm überschreiten.
4. Im Dünenbereich geht das *Elymo-Ammophiletum "typicum"* bei nachlassender Sandzufuhr in ein *Elymo-Ammophiletum festucetosum arenariae* über, das in seiner Artenkombination jedoch gegenüber den unter dieser Bezeichnung aus den Nachbargebieten beschriebenen Einheiten teilweise leicht abgewandelt ist.
5. Die Auffassung von LUX (1964), nach der der bei nachlassender Sandzufuhr auftretende Rückgang von *Ammophila* auf P- und K-Mangel zurückzuführen sei, wird anhand eigener Untersuchungen widerlegt. Als Ursache für eine reduzierte Vitalität und das schließlich Verschwinden von *Ammophila* bei aufhörender Sandzufuhr wird das Hinzutreten neuer, mit *Ammophila* um Stickstoff und ggf. auch Wasser konkurrierender Arten angenommen. Der Stickstoff dürfte im wesentlichen auf N-bindende Bakterien sowie auf Niederschläge zurückgehen.
6. Die charakteristische Form des Sandstrand des schleswig-holsteinischen Ostseeküste ist der Strandwall.

Das Material der Strandwälle unterscheidet sich von dem der Dünen allgemein durch eine geringere Sortierung, vor allem aber durch einen anfänglich höheren Kalkgehalt. Dieser bewirkt eine vergleichsweise starke Pufferung gegen eine pH-Absenkung. Es wird nachgewiesen, daß die Pufferkapazität der (fast) tonfreien und humusarmen Sande nahezu ausschließlich durch deren CaCO₃-Gehalt bedingt ist.

7. Die erste auf den stationären Strandwällen auftretende Vegetations-einheit ist das "Elymo-Achilleetum", eine neu aufgestellte Koelerion albescens-tis-Assoziation. Vom Elymo-Ammophiletum festucetosum arenariae unterscheidet sich dieser Typ u. a. durch Kalkzeiger sowie durch eine Reihe von Spezies, die sehr empfindlich gegen Übersan-dung sind.
8. Aus den Festuca rubra-reichen Pflanzengesellschaften (Elymo-Ammo-philetum festucetosum arenariae, Elymo-Achilleetum) geht im Regel-fall ein Festuca ovina-Rasen hervor.

Auf entkalktem Material entwickelt sich die "Galium littorale-Festuca ovina-Gesellschaft" mit dominierender Festuca ovina.

Die kalkreichen Strandwälle im Raume zwischen Dahme und Rosen-felde tragen eine von Festuca trachyphylla und einigen Basenzeigern bestimmte Einheit ("Ononis repens-Festuca trachyphylla-Gesellschaft").

9. Auf ruhenden entkalkten Substraten der Galium littorale-Festuca ovina-Gesellschaft (und ihr nahestehender lokaler Einheiten) sind die Voraus-setzung für die Ansiedlung von Calluna vulgaris gegeben.

Gegenüber dem Festuca ovina-Rasen verändert die Heide den Boden in mehrfacher Hinsicht: Sie bewirkt eine stärkere Humusakkumulation, eine Erweiterung des C/N-Verhältnisses, eine Erhöhung der aktuellen Azidität sowie eine Verringerung der Konzentrationen an pflanzenver-fügbarem P und K.

10. Die Vegetationsentwicklung im Untersuchungsgebiet strebt - zumindest seit dem Aufhören der Beweidung - in jedem Falle einer Waldgesell-schaft zu.

Der soziologisch-ökologische Charakter eines bestimmten Waldtyps hängt davon ab, aus welcher Pflanzengesellschaft er sich entwickelt hat.

a. Auf den vom Elymo-Achilleetum bestandenen Strandwällen stellt sich - meist über ein Rubus caesius-Gebüsch oder ein Pruno-Cratae-getum- ein Eichenwald ("Glechoma-Quercus robur-Wald") ein, der als wesentliche Komponenten Elemente der Galio-Alliarietalia, der Prunetalia und der Fagetalia enthält.

Im Zuge der weiteren Sukzession kristallisiert sich eine Fagion-Ge-sellschaft heraus, deren Krautschicht sich u. a. durch das Massenauf-treten von Festuca altissima auszeichnet.

b. Die Waldgesellschaft, die sich auf den Festuca ovina-reichen Strand-wällen einstellt, wird gleichfalls von der Eiche beherrscht. Es fehlen ihr jedoch die Vertreter der Galio-Alliarietalia sowie anspruchsvollere Fagetalia-Arten. Dominante in der Krautschicht ist Deschampsia flexu-osa.

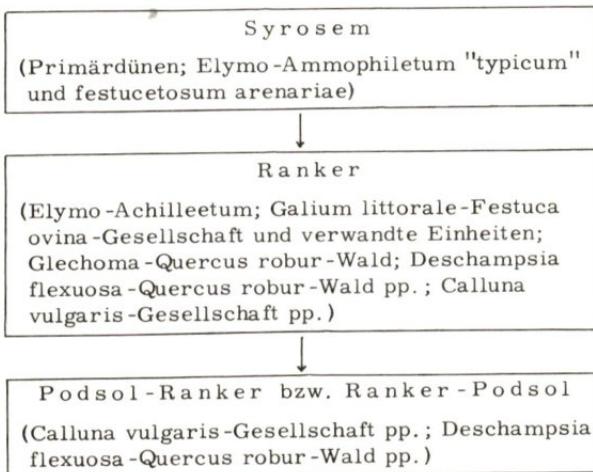
Synsystematisch ist dieser "Deschampsia flexuosa-Quercus robur-Wald" noch an die Peripherie der Fagetalia zu stellen.

Eine Reihe von Indizien sprechen dafür, daß die soziologischen Unterschiede zwischen dem *Glechoma*-*Quercus robur*-Wald und dem *Deschampsia flexuosa*-*Quercus robur*-Wald in erster Linie durch die Stickstoffform bedingt sind.

c. Auf der Basis der *Calluna vulgaris*-Gesellschaft dürfte sich in Zukunft eine *Quercion roburi-petraeae*-Einheit entwickeln (wahrscheinlich im Regelfall ein *Querco-Betuletum*).

Ein geschlossener, dem *Populo-Quercetum* nahestehender Wald hat sich lokal in einer grundwasserbeeinflußten Heide bei Grömitz eingestellt.

11. Innerhalb des Bereichs der einzelnen Vegetationseinheiten liegen hochsignifikante Beziehungen zwischen dem Humusgehalt und den Konzentrationen an pflanzenverfügbarem Phosphor und Kali vor. Es ist jedoch wahrscheinlich, daß im Untersuchungsgebiet nicht P und K, sondern Stickstoff den im Minimum vorhandenen Nährstoff darstellt.
12. Die Humusform ist im Regelfall ein Mullartiger Moder i.S. KUBIENAs (1953) bzw. ein Sandmull i.S. der AG Bodenkunde (1971). Die mittleren C/N-Verhältnisse schwanken in diesen Fällen zwischen 13,3 und 14,5. Eine erheblich ungünstigere Humusform weist jedoch die *Calluna*-Heide mit einem mittleren C/N-Verhältnis von 20,8 auf.
13. Grob skizziert, verläuft die Bodenentwicklung im Untersuchungsgebiet in folgender Weise:



Eine Verbraunung konnte nur unter der *Galium littorale*-*Festuca ovina*-Gesellschaft nachgewiesen werden, und auch dort nur als Ausnahmefall.

14. Im Untersuchungsgebiet ist kein Bodentyp auf eine bestimmte (auf der Ebene einer Assoziation stehende) Vegetationseinheit begrenzt. Wird jedoch die Gesamtheit der vorhandenen pedologischen Analyssendaten berücksichtigt, dann gibt es im Untersuchungsgebiet keine zwei Pflanzengesellschaften, die sich in sämtlichen Bodeneigenschaften decken.
15. Zwischen verschiedenen Bodenfaktoren bestehen im Untersuchungsgebiet sehr enge Korrelationen:
 - a. Die Korrelation zwischen dem Humusgehalt und dem C-Gehalt des Bodens ist so eng ($r=0,99^{+++}$), daß sich künftig eine analytische Bestimmung des C-Gehaltes erübrigst.
 - b. Eine enge Abhängigkeit ($r=0,86^{+++}$) besteht ferner zwischen der Kationenaustauschkapazität (KAK) und dem Humusgehalt des Bodens.
 - c. Bezuglich der Korrelationen zwischen dem Humusgehalt und den verfügbaren P- und K-Konzentrationen vgl. Pkt. 11.
16. Zur Erhaltung des gegenwärtigen Vegetationscharakters des Untersuchungsgebietes wird für die folgenden Gesellschaften eine Wiederaufnahme der Beweidung durch Schafe vorgeschlagen: *Elymo-Achilleetum*; *Galium littorale*-*Festuca ovina*-Gesellschaft; Achillea-Phase; *Calluna vulgaris*-Gesellschaft. Eine Beweidung durch Rinder ist in jedem Falle zu unterlassen, da diese zu einer weitgehenden Zerstörung der Sandküstenvegetation führt.
17. Für den Fall einer Bepflanzung von Strandwällen und Dünen des Untersuchungsgebietes mit Gehölzen werden die standortsgemäßen Gewächse genannt. Eine zentrale Rolle fällt dabei der Stieleiche (*Quercus robur*) zu.

Verzeichnis der verwandten Abkürzungen und Symbole

1. Allgemeine Abkürzungen

p.p.	= pro parte, z.T.
s.l.	= sensu lato, im weiteren Sinne
s.str.	= sensu stricto, im engeren Sinne

2. Verbreitungsangaben

alp	= alpin
arkt	= arktisch
atl	= atlantisch
circ	= circumpolar
euras	= eurasiatisch
gemäßß-	= gemäßigt-
kont	= kontinental
med	= mediterran
no	= nordisch
pralp	= präalpin
SH; sh	= Schleswig-Holstein; schleswig-holsteinisch
smed	= submediterran
subatl	= subatlantisch
subozean	= subozeanisch
USG	= Untersuchungsgebiet

3. Pflanzensoziologische Abkürzungen

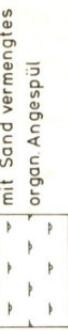
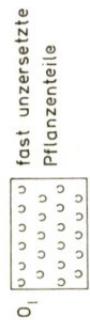
Ass.	= Assoziation
Ges.	= Gesellschaft
mel.	= melius (mit vergleichsweise höherem Deckungsgrad auftretend)
Subass.	= Subassoziation
Subvar.	= Subvariante
Var.	= Variante

4. Statistische Symbole

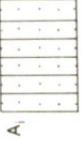
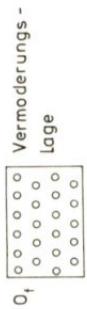
a	= Regressionskoeffizient, Steigungsfaktor
α	= Irrtumswahrscheinlichkeit, Fehler erster Art
B	= Bestimmtheitsmaß ($= r^2$)
r	= Korrelationskoeffizient der Stichproben
s	= Standardabweichung der Stichproben
\bar{x}	= arithmetisches Mittel der Stichproben
Z	= Zentralwert

Legende

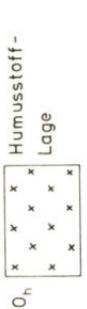
zu den Profiltabellen



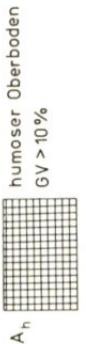
mit Sand vermischt
organ. Angespül



GW = - - - - - Grundwassersstand
für ein Horizontsymbol
=fossil



III,IV =geologischer
Schichtwechsel



M = Lage(Horizont) nicht a Ort entstd.



S =Sand
fS =Feinsand
mS =Mittelsand
gS =Grobsand
gmS =mS mit 20-49,9% gS
(gmS =mS mit 10-19,9% gS
mgS =gS mit 20-49,9% mS
(mgS =gS mit 10-19,9% mS



Ki =Kies
Ger =Gericell
• =keine Messung

1. ZUM KLIMA DES UNTERSUCHUNGSGEBIETES UND SEINER STELLUNG IM RAHMEN DER CIMBRISCHEN HALBINSEL

Es ist nicht beabsichtigt, das Klima des USG in seiner Ganzheit darzustellen. An dieser Stelle sollen lediglich jene Daten angeführt werden, auf die weiter unten bei der Diskussion pflanzengeographischer Zusammenhänge zurückgegriffen wird.

Entscheidende Klimaelemente sind die Niederschläge und die Lufttemperaturen.

1.1. DIE NIEDERSCHLÄGE (vgl. Abb. 1)

Die Jahressummen der Niederschläge weisen im USG ein deutliches Gefälle auf: Relativ hohe Werte von 650 - 800 mm lassen sich im schleswigschen Raum und an der Küste der Probstei beobachten; Niederschlagsmengen < 650 mm liegen im Osten Holsteins vor, wobei östlich der Linie Heiligenhafen - Kellenhusen Jahressummen von 600 mm unterschritten werden.

Jahressummen < 650 mm ergeben sich auf der Cimbrischen Halbinsel - von einem kleinen Gebiet um Blaavands Huk abgesehen - erst wieder im nordjütischen Raum. Die Sandküstengebiete der sh Nordsee zeichnen sich demgegenüber durch Werte > 650 mm aus.

Wir haben also an der Küste des östlichen Holsteins sowie im Norden und Nordosten Jütlands kontinentalere Verhältnisse als in den übrigen Küstenbereichen der Cimbrischen Halbinsel. Dementsprechend werden wir in den kontinentaleren Gebieten ein stärkeres Hervortreten von "wärmeliebenden" Arten (kontinentale, submediterrane und mediterrane Florenelemente) erwarten können als in den stärker maritim beeinflußten Regionen.

1.2. DIE LUFTTEMPERATUREN (vgl. Abb. 2)

Auch die im Verlaufe des Jahres auftretenden Lufttemperaturen sind innerhalb des USG nicht völlig einheitlich. Von März bis Mai liegen zwar relativ einheitliche Verhältnisse vor. Im Juni, Juli und August hingegen zeigt der Südosten des USG etwas höhere Werte als der Norden. Zu fragen ist allerdings, ob sich diese Unterschiede auch pflanzengeographisch auswirken.

Für die Cimbrische halbinsel läßt sich als Grundtendenz für die Monate März bis September, also während der Vegetationsperiode, ein Temperaturabfall von Südosten nach Nordwesten registrieren. Die jütischen Küsten dürften somit günstigere Bedingungen für das Auftreten nordischer bzw. arktisch-alpiner Florenelemente bieten als die weiter südlich gelegenen Küstenregionen.

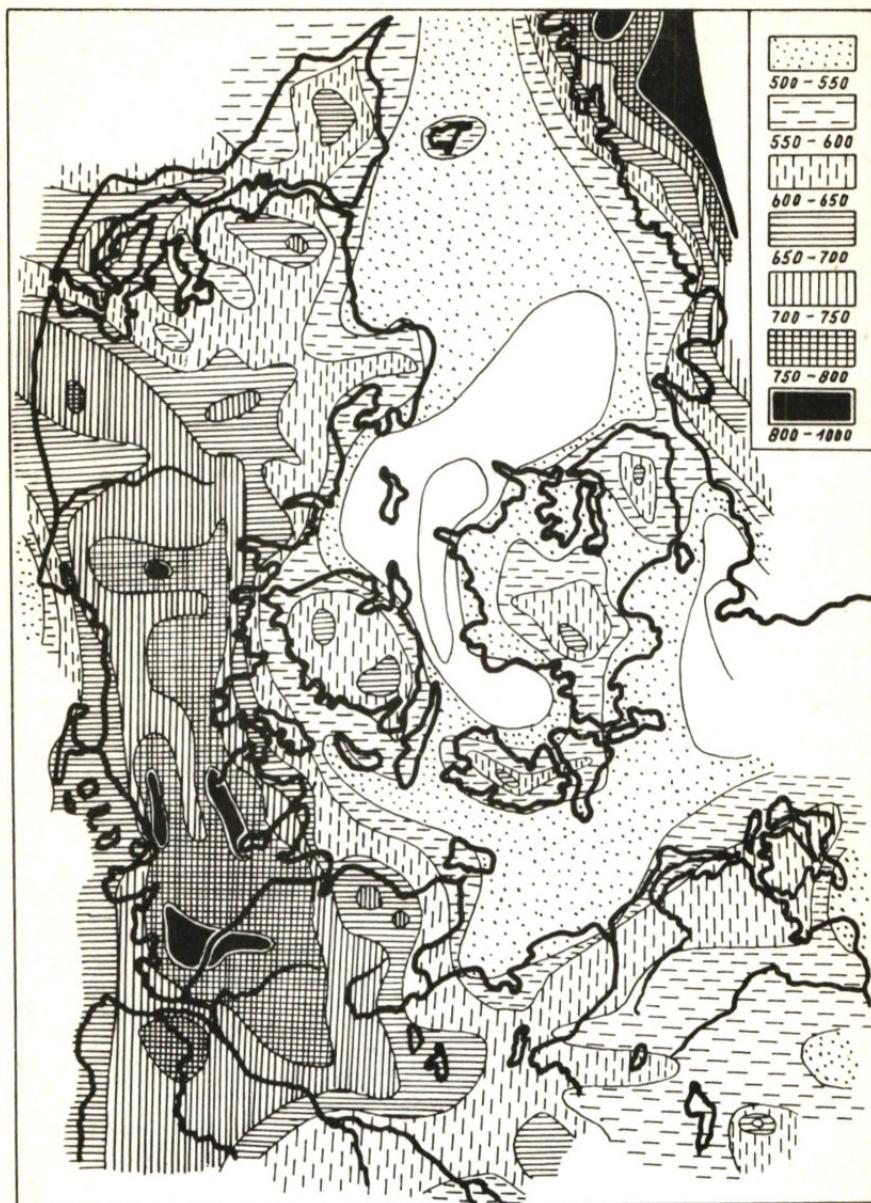


Abb. 1 Jahressummen des Niederschlags auf der
Cimbrischen Halbinsel (aus RAABE 1960)

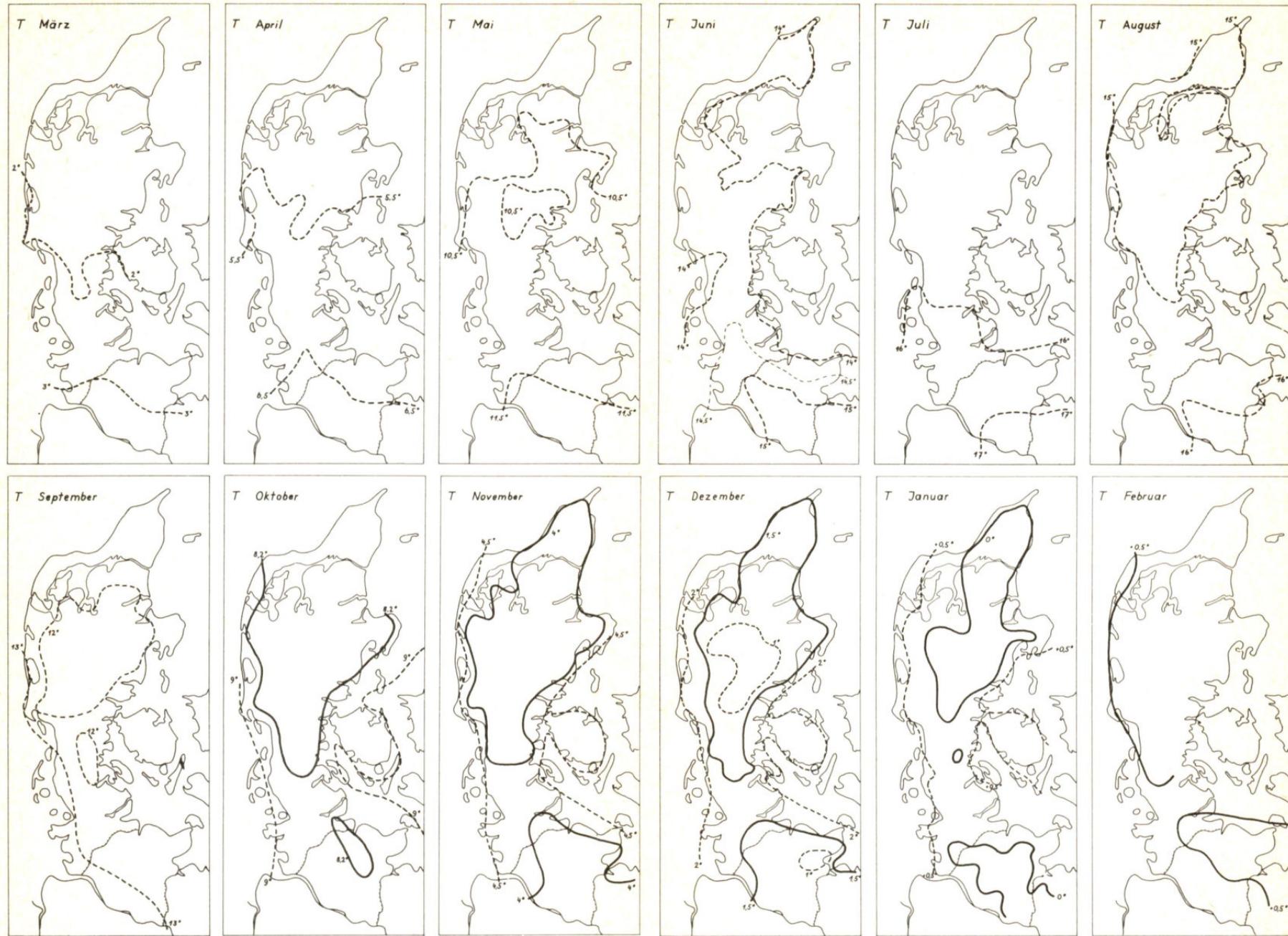


Abb. 2 Charakteristische Monatsisothermen auf der Cimbrischen Halbinsel (aus PIONTKOWSKI 1970)

2. DIE HERKUNFT DER SANDE DER SCHLESWIG-HOLSTEINISCHEN OSTSEEKÜSTE

Das Material des Sand-, Kies- und Geröllstrandes der sh Ostseeküste entstammt - neben marinen Abrasionsflächen (vgl. z. B. HINTZ 1957) - überwiegend den aktiven, d. h. den im Abbruch befindlichen Kliffs. Die durch den Abbruch der Steilküste anfallenden Gesteinsmassen werden von den Brandungswellen zerlegt und schließlich fortgeführt. Dabei werden die einzelnen Kornfraktionen des Geschiebemergels sortiert.

Die bei Nachlassen der Transportenergie abgelagerten Sedimente weisen aufgrund dieser Sortierung einen wesentlich anderen Charakter auf als das Ausgangsmaterial der Abbruchzone.

Die feinsten Teilchen (Durchmesser < 0,06 mm, also Ton und Schluff) werden in schwedendem Zustand weit ins Meer hinaus verfrachtet und dort schließlich in den stromschwachen und auch vom Seegang nicht mehr beeinflußten tieferen Teilen der Becken sedimentiert (vgl. u. a. SEIFERT 1955).

Die größeren und damit schwereren Fraktionen (Steine, Kiese, Grob- und Mittelsande) verbleiben zum größten Teil im flachen Wasser.

Auch diese relativ groben Teile erfahren i. a. noch eine weitere Sortierung:

Die aus dem Kliffabbruch ausgewaschenen Steine mit einem Durchmesser von > ca. 20 cm bleiben als "Restsedimente" zurück (vgl. u. a. MUUS und PETERSEN 1971). Kleinere Steine (Durchmesser < ca. 20 cm), Kies und Sand können hingegen der Küste entlang transportiert werden.

Die Steine werden auf der schrägen Strandfläche von der Brandung hin und her gerollt. Da die Welle i. a. nicht genau senkrecht, sondern der Windrichtung entsprechend etwas schräg auf den Strand trifft, beschreibt der Stein eine Zickzacklinie. Auf diese Weise kann ein Stein bei Sturmflut weit vom Ausgangsort entfernt versetzt werden ("Strandversetzung"). Da kleinere und leichtere Steine rascher wandern als größere und schwere, nimmt die Größe der Steine mit der Entfernung vom Ausgangsort ab. Hinzu kommt, daß während der Wanderung ein Teil der Steine zerkleinert wird. Im übrigen erfahren die Steine durch gegenseitigen Abrieb eine Rundung und werden so zu Geröllen.

Auch Sand und Kiese können ähnlich wie die Steine in der unmittelbar am Ufer gelegenen Brandungszone befördert werden. Sande können darüber hinaus in den Sandriffen vor der Küste transportiert werden.

Die Riffe stellen gewissermaßen "Transportbänder" des Sandes dar: Jede sich überschlagende Welle wirbelt Sand vom Boden auf und läßt ihn

wieder sinken. Während sich das einzelne Sandkorn in der Schwebeflöte befindet, wird es von der küstenparallelen Strömung weitergetragen. Bei schwächerer Wasserbewegung kann der Sand auch am Boden entlang hüpfen oder springen. Der von der Strömung parallel zur Küste transportierte Sand kann bei starken aufländigen Winden auf die Küste zu bewegen und dort mit Kiesen und Gerölle zu Strandwällen angehäuft werden (vgl. u. a. MUUS und PETERSEN 1971).

"Die beim Überschlagen der Welle bei Sturmflut frei werdende Energie ist stark genug, um auch faustgroße Steine mit emporzureißen und landwärts zu befördern. Nach dem Zerfall der Welle flutet das Wasser in dünner Schicht auf der schrägen Strandfläche gegen den Wind zurück. Dabei reicht die Kraft der Strömung meist nicht aus, um alles vorher zum Land hin beförderte Material in seine Ausgangslage zurückzuschwemmen. Besonders die groben Teile bleiben liegen und tragen zum Aufbau des Strandwalles bei. Dieser wächst rasch nach oben, bis er schließlich so hoch ist, daß nur noch die größten Wellen Material auf ihn hinaufwerfen können. Auf einer annähernd gleichmäßigen Höhe, die ein ungefähres Maß für die Stärke der Sturmflut am gegebenen Ort ist, kommt der Aufbauvorgang zum Stillstand. Nun bietet der Strandwall einen gewissen Schutz für das niedrige Land dahinter. Fluten von mehr als 2 m über MW überspülen allerdings die Strandwälle und verlegen sie um Meterbeträge rückwärts. Zwar kann der Strandwall bei geringeren Sturmstärken in seewärtiger Richtung wieder verbreitert werden, im allgemeinen überwiegen jedoch Abbruch und Rückverlegung. Dabei wird das Material sortiert, die daher röhrenden Längsstreifen sind für den Strand charakteristisch." (MUUS und PETERSEN 1971, S. 79).

Ebenfalls in vertikaler Richtung ergeben sich, wie auch aus einem Teil der hier mitgeteilten Profile hervorgeht, häufig Sortierungen. So ist das Material in den oberen Bereichen nicht selten feindisperser (relativ mehr Mittel- und Grobsand) als in den tieferen Schichten (relativ mehr Kies und Gerölle). Es verdient jedoch festgehalten zu werden, daß die Masse der Strandwälle des USG vorwiegend aus Grob- und Mittelsand aufgebaut wird, so daß man bei den Strandwällen generalisierend von "Sandstrandwällen" sprechen kann.

(Neben dem Transport entlang der Küste wird ein Teil des Sandes auch in küstenfernen Bereichen sedimentiert - vgl. u. a. SEIFERT 1955-, doch braucht auf diese Prozesse im Rahmen der vorliegenden Arbeit nicht eingegangen zu werden.)

Ein Teil der Strandwälle liegt auf Niedermoor. So wurde bei Strande und bei Noer vom Verf. unter dem dort 1 - 3 m mächtigen Strandwall Phragmites-Torf festgestellt.

Auf der Basis der Strandwälle können sich bei entsprechenden Windver-

hältnissen Dünen bilden. Da die Dünenbildung zumindest im USG ein organogener Vorgang ist, soll sie erst im Zusammenhang mit der Vegetation diskutiert werden.

3. METHODISCHE GRUNDLAGEN

3.1. DIE FASSUNG DER VEGETATIONSEINHEITEN

Soweit es möglich ist, werden die im USG angetroffenen Vegetationseinheiten bereits beschriebenen Assoziationen zugewiesen. In jenen Fällen, in denen sich eine solche Zuordnung nicht zwanglos ergibt, stellen wir neue Einheiten auf. Diese werden i. d. R. ranglos gelassen.

Die Fassung einer neuen Assoziation ist u. E. erst dann gerechtfertigt, wenn die betreffende Artenkombination

- a. von bisher bekannten Assoziationen eindeutig abgegrenzt werden kann;
- b. nicht nur auf einen oder einige wenige Punkte beschränkt ist, sondern ihr vielmehr eine gewisse Allgemeingültigkeit zukommt.

Diese beiden Voraussetzungen erschienen nur im Falle der *Festuca rubra*-Gesellschaft der Strandwälle gegeben.

Die leichtfertige Aufstellung neuer Assoziationen ohne die eben genannten Bedingungen würde u. E. einem wesentlichen Ziel synsystematischer Arbeit zuwiderlaufen, nämlich der Aufgabe, mehr oder weniger allgemeingültige "Kristallisierungspunkte", Typen i.S. KRETSCHMERS (1956; vgl. auch v. GLAHN 1965) zu gewinnen und so zu einer klareren Übersicht über die Vegetationsverhältnisse eines größeren Raumes zu gelangen.

Die niedrigste überhaupt ausgeschiedene Gruppe von Aufnahmen wird, wie bereits von MÖLLER (1970) geschehen, als "Basiseinheit" bezeichnet. Diese ist nicht unbedingt identisch mit einer Assoziation, Subassoziation, Variante oder Subvariante. So unterbleibt eine solche synsystematische Benennung in jenen Fällen, in denen die Basiseinheit nur auf eine einzige Lokalität beschränkt ist oder (und) zu anderen solcher Einheiten nur geringfügige Unterschiede bestehen, die zudem oft zufällig zu sein scheinen.

Für Untereinheiten ohne eigene Trennarten benutzen wir die neutrale Bezeichnung "trennartenfrei". Das Attribut "typisch" wird in diesem Zusammenhang vermieden, da es leicht im Sinne von "charakteristisch" gedeutet wird. Eine "typische" Subassoziation oder Variante braucht aber keineswegs den Normalfall einer Assoziation bzw. Subassoziation zu verkörpern, noch muß sie stets die "reinste Gestalt" einer bestimmten Einheit darstellen; wir können sie oft geradezu als deren Verarmungsform verstehen.

Die Fassung der höheren Einheiten (Verbände, Ordnungen und Klassen) richtet sich nach OBERDORFER (1970).

Die Vegetationstypen - gleich welchen Ranges - werden nach den Prinzipien der Schule von BRAUN-BLANQUET an Hand von Kenn- und Trennarten gegeneinander abgegrenzt bzw. in sich gegliedert.

Bei den Kennarten unterscheiden wir:

- a. "allgemeine" Kennarten (in den Tabellen ohne den Zusatz "allgemein"). Diese sind für den gesamten mitteleuropäischen Raum gültig.
- b. lokale Kennarten, für die nur innerhalb des USG Gültigkeit beansprucht wird.

Die (allgemeinen) Kennarten der Sedo-Scleranthetea sind KRAUSCH (1968), die der übrigen Einheiten OBERDORFER (1970) entnommen.

Trennarten sind grundsätzlich nur für den Untersuchungsraum gefaßt.

Die Deckungsgrade der einzelnen Arten werden in Prozenten angegeben. Ein "+" bedeutet, daß die Pflanze nur vereinzelt vorkommt und weniger als 1% der Aufnahmefläche bedeckt; "r" heißt "rar" (äußerst spärlich, meist nur 1 Exemplar); eine hochgestellte "o" bezeichnet stark reduzierte Vitalität.

Bei der Angabe der mittleren Artenanzahl folgen aufeinander: Höhere Pflanzen; Moose; Flechten.

In den synthetischen Tabellen geben wir die Stetigkeit in Prozenten an. Die gleichfalls in Prozenten angeführte mittlere Bedeckung bezieht sich auf die Gesamtzahl der in der betreffenden Einheit zusammengefaßten Aufnahmen. (Für "+" wird eine Bedeckung von 0,33 % gesetzt.) Es werden in den synthetischen Tabellen nur die Arten berücksichtigt, die in mindestens einer Einheit der Charakteristischen Artenkombination (nach RAABE 1950) angehören.

Die Nomenklatur der Gefäßpflanzen richtet sich i. d. R. nach OBERDORFER (1970), die der Niederen Pflanzen nach GAMS (1967 bzw. 1973).

3.2. ZUR ERMITTlung DER SUKZESSIONSZUSAMMENHÄNGE

Die zuverlässigsten Verfahren zur Ermittlung von Sukzessionszusammenhängen bieten

- a. Daueruntersuchungsflächen;
- b. Vergleiche der rezenten Vegetationsverhältnisse mit den auf älteren Karten festgehaltenen Zuständen.

Das Verfolgen der Vegetationsentwicklung auf Daueruntersuchungsflächen hätte einen zu langen Zeitraum erfordert; die für Teile des USG vorliegenden Vegetationskarten sind so jung, daß sie noch nicht für entsprechende Vergleiche herangezogen werden können.

Es bleibt somit z. Z. nur die Möglichkeit, im USG ablaufende bzw. abgelaufene Sukzessionen aus den gegenwärtigen Verhältnissen zu erschließen.

Zur Aufhellung von Sukzessionszusammenhängen dienen uns im wesentlichen folgende Kriterien:

- a. regelmäßig auftretende Zonierungen von Vegetationstypen;
- b. das Erscheinen von Pflanzen mit eindeutigem Pioniercharakter (z. B. vereinzelte Calluna im Festuca ovina-Rasen; junge Quercus-Pflanzen auf Festuca rubra-Strandwällen) bzw. das offensichtliche Vorhandensein von Relikten (z. B. Ammophila mit reduzierter Vitalität in Festuca rubra-reichen Gesellschaften; im Absterben befindliche bzw. abgestorbene Exemplare von Calluna in Waldgesellschaften);
- c. verschiedene Grade der Bodenentwicklung (z. B. Humusanreicherung, Entkalkung, pH-Abfall).

3.3. ZUR UNTERSUCHUNG DER BÖDEN

Die Bodenuntersuchungen wurden nach folgenden Methoden durchgeführt:

1. Humusgehalt: durch Verglühen des bei 105 ° C getrockneten Bodens im Muffelofen bei 550 ° C

Die Gleichsetzung von Glühverlust (GV) und Humusgehalt ist bei tonfreien Böden zulässig, da hier das chemisch bzw. hygroskopisch gebundene Wasser nur eine geringe Rolle spielt (vgl. u. a. STEUBING, 1965; SCHLICHTING u. BLUME, 1966).

Nach eigenen Untersuchungen an humusfreien Küstensanden liegen bei Temperaturen bis 550 ° C Verluste an CaCO₃ nicht vor oder sind so gering, daß sie vernachlässigt werden können.

In Anlehnung an SCHEFFER-ULRICH (1960) wird von uns unter "Humus" die gesamte postmortale organische Substanz in und auf dem Boden verstanden.

2. C-Gehalt: durch nasse Veraschung nach der LICHTERFELDER Methode

3. N-Gehalt: nach dem KJELDAHL-Verfahren

4. Karbonatgehalt: volumetrisch mit dem Apparat nach SCHEIBLER-FINKENER

5. pH-Wert: Messung am naturfeuchten Boden am Tag nach der Probeentnahme unter Zusatz von n KCl-Lösung (Verhältnis Boden : Lösung = 1 : 2,5) in überstehender Flüssigkeit mit einem WTW-Taschen-pH-Meter Type 54

Nach ELLENBERG (1958), STEUBING (1965) u. a. kommt der in aqua dest. bestimmte Wert den natürlichen Verhältnissen näher als die in Salzlösung gemessene aktuelle Azidität. In der vorliegenden Arbeit wird dennoch dem pH (KCl) der Vorzug gegeben: Wie u. a. SCHEFFER u. SCHACHTSCHABEL (1973) ausführen, sind die in salzhaltiger Suspension ermittelten Werte weniger starken jahreszeitlichen Schwankungen unterworfen als die pH (H_2O) -Werte. Auf der Basis des pH (KCl) gefundene Korrelationen zwischen der Bodenazidität und anderen ökologischen Faktoren (als auch den Pflanzengesellschaften) sind infolgedessen eher zu reproduzieren als Beziehungen, denen das pH (H_2O) zugrundeliegt. Es geht hier also weniger um die Erfassung der zu einem bestimmten Zeitpunkt gegebenen realen H^+ -Konzentration als vielmehr darum, einfach zu ermittelnde Maßzahlen zu erhalten, die als Indikatoren für andere Standortsgrößen herangezogen werden können.

6. Kationenaustauschkapazität (KAK) (nur für karbonatfreie Böden): berechnet aus H + S

H-Wert: nach SCHACHTSCHABEL aus dem pH (Ca-Azetat)

S -Wert: nach KAPPEN

7. verfügbares P und K: nach der Doppellaktatmethode von EGNER-RIEHM, bei kalkreichen Proben Extraktion mit Calciumacetat-Laktat¹⁾

Da die hier angeführten P- und K-Werte nur die zu einem bestimmten Zeitpunkt gegebenen Verhältnisse erfassen, sind sie nur begrenzt aussagefähig²⁾. Die Daten dürften jedoch bei gleicher Vegetation und gleicher Humusform einen Einblick in die Abhängigkeit der P- und K-Konzentrationen vom Humusgehalt zulassen. Sie dürften ferner - mit Einschränkungen - geeignet sein, relative Unterschiede in der Versorgung verschiedener Vegetationstypen herauszustellen. Solche Aussagen sind umso eher zu verantworten, als sämtliche Bodenproben innerhalb des selben engbegrenzten Zeitraums unmittelbar vor Beginn der Vegetationsperiode (s.u.) entnommen wurden.

Die unter 1, 2, 3, 4, 6 angeführten Analysen erfolgten an lufttrockenem, mit der Kugelmühle homogenisierten Feinboden (Korngrößen < 2 mm).

8. Volumengewichte: Entnahme der Probe am gewachsenen Boden mit einem 100 ml-Stahlblechzylinder, Erhitzung der Probe im Trockenschrank auf 105 °C und anschließende Bestimmung des Trockensubstanzgehalts

1) Die Analysen erfolgten durch die LANDWIRTSCHAFTLICHE UNTERSUCHUNGS- und FORSCHUNGSASTALT (LUFA) Kiel

2) Wie stark die laktatlöslichen P- und K-Mengen im Verlaufe der Vegetationsperiode schwanken können, geht u. a. aus von BÜRING (1970) auf "Sozialbrache" vorgenommenen Untersuchungen hervor.

Eine direkte Erfassung der Volumengewichte sämtlicher Horizonte wäre bei deren z. T. nur geringer Mächtigkeit auf technische Schwierigkeiten gestoßen. Die Volumengewichte werden daher, soweit nicht direkt ermittelt, einer auf 35 Stichproben fußenden Regressionsgleichung entnommen (s. Abb. 30).

Die Kenntnis der Volumengewichte ist notwendig für eine Berechnung der pro Flächeneinheit (bei definierter Bodentiefe) vorhandenen Humus- und Nährstoffmengen.

Die Analyse der verfügbaren P- und K-Gehalte sämtlicher Bodenproben wäre zu aufwendig gewesen. Wo keine direkte Bestimmung vorlag, wurden zur Berechnung der pro ha anzunehmenden P- und K-Mengen die zu erwartenden P- und K-Konzentrationen der Bodenproben aus dem GV erschlossen (Näheres s. Text).

Die unten in kg/ha angegebenen Humus-, P- und K-Mengen können lediglich ungefähre Größen wiedergeben, da

- a. die Volumengewichte nur z. T. direkt vorliegen;
- b. lediglich die Humus- bzw. P- und K-Konzentrationen des Feinbodens bestimmt wurden, die Böden jedoch teilweise auch gröberes Material enthalten;
- c. auch die P- und K-Konzentrationen z. T. indirekt erschlossen wurden.

Die Entnahme der Bodenproben erfolgte von Mitte März bis Mitte April 1971.

Für die Beurteilung der Ökologie der Pflanzengesellschaften des Vorstrandes wäre eine Kenntnis der Salzverhältnisse wünschenswert. Da die NaCl-Konzentrationen im Boden aber in Abhängigkeit u. a. von den Wasserständen des Meeres und den Niederschlägen stark schwanken können (vgl. u. a. STEINFÜHRER, 1945; SCHREITLING, 1959), wäre es notwendig gewesen, in regelmäßigen Abständen an verschiedenen Punkten Salzmessungen durchzuführen. Dies war aber aus technischen Gründen nicht möglich.

3.4. STATISTISCHE METHODEN

Die statistischen Verfahren sind E. WEBER (1972) entnommen.

Die Prüfung eines Befundes auf Signifikanz erfolgt auf dem 5 %-Niveau.

Die Sternsymbole hinter den Korrelationskoeffizienten (r) geben den Signifikanzgrad an. Es bedeuten (α = Irrtumswahrscheinlichkeit):

(ohne Symbol)	$\alpha > 0,05$
+	$0,05 \geq \alpha > 0,01$
++	$0,01 \geq \alpha > 0,001$
+++	$\alpha \leq 0,001$

Die hinter den arithmetischen Mittelwerten (\bar{x}) angeführten Zahlen geben die Standardabweichungen (= mittlere Fehler) an.

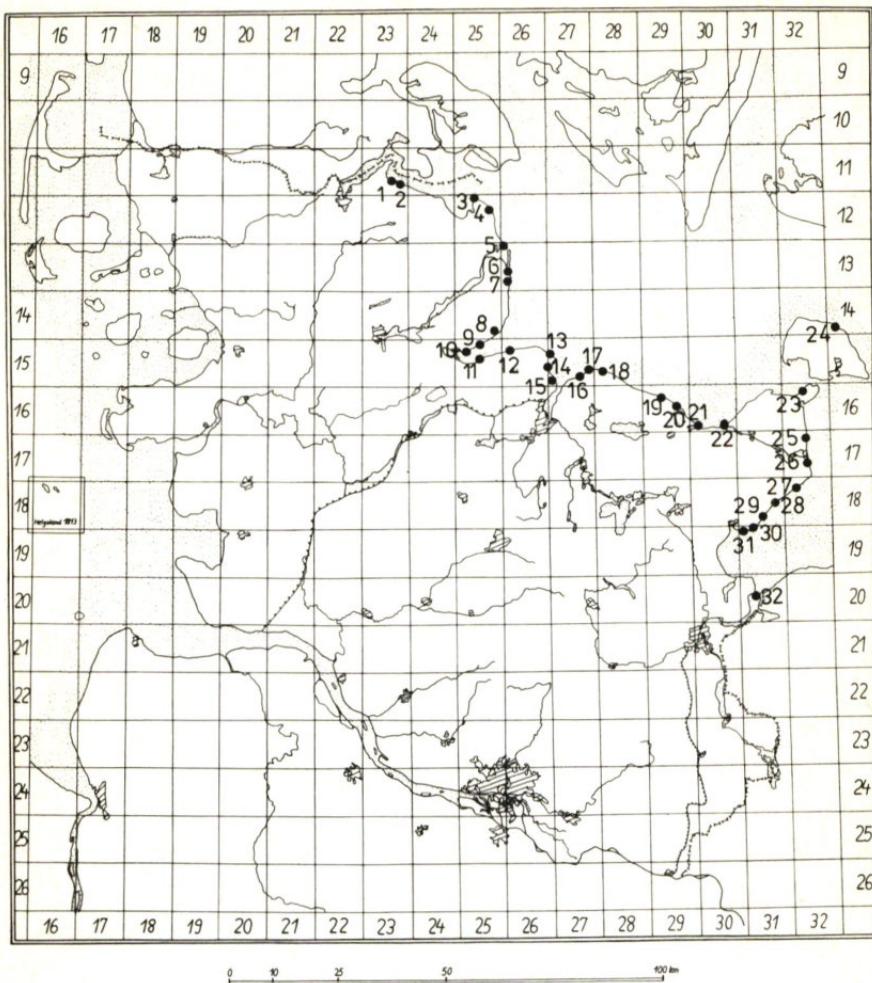


Abb. 3 Untersuchungspunkte

- | | | |
|-------------------------|--------------------------|-------------------|
| 1 = Bockholmwik | 12 = Noer; Krusendorf | 23 = Großenbrode |
| 2 = Langballigau | 13 = Alt-Bülk | 24 = Grüner Brink |
| 3 = Gelingting - Birk | 14 = Strand; Schilksee | 25 = Süssau |
| 4 = Kronsgaard | 15 = Falkenstein | 26 = n Dahme |
| 5 = Öhe - Schleimünde | 16 = Bottsand | 27 = Kellenhusen |
| 6 = Schönhagen | 17 = Wentorfer Schleuse | 28 = Lenste |
| 7 = Schwansener See | 18 = Heidkate | 29 = Grömitz |
| 8 = Langholz | 19 = Behrendorf | 30 = Rettin |
| 9 = Hohenstein | 20 = w Hohwacht | 31 = Pelzerhaken |
| 10 = Hemmelmark | 21 = Sehlendorfer Strand | 32 = Priwall |
| 11 = Kronsorrt (Aschau) | 22 = Weißenhäuser Strand | |

Die Naturschutzgebiete sind gesperrt geschrieben.

4. DIE VEGETATIONSEINHEITEN

4.1. DIE PFLANZENGESELLSCHAFTEN DER SPÜLSAUMZONE

4.1.1. Das Atriplicetum littoralis (Wi. Chr.) Tx. 1937 (Vegetationstabelle 1)

Die erste Pflanzengesellschaft, die sich am Sandstrand oberhalb des Einflüßbereiches sommerlicher Hochwasser entfalten kann, ist das Atriplicetum littoralis (Wi. Chr.) Tx. 1937. Diese Vegetationseinheit ist an Spül-säume gebunden, d.h. an jene Bereiche, in denen, vorwiegend durch die winterlichen Hochwasser bedingt, organisches Material angeschwemmt wird. Das im wesentlichen aus Tangen (vor allem *Fucus*) und Seegras (*Zostera*) bestehende Angespül ist oft stark mit Sand untermischt oder/und von einer wenige cm bis einige dm starken Sandschicht überlagert. Die bald in Zersetzung übergehenden organischen Reste stellen ein nährstoff-, vor allem stickstoffreiches Substrat dar, das einigen mäßig salztoleranten und nitrophilen Sommerannuellen (vgl. hierzu ERNST 1969) geeignete Existenzbedingungen bietet.

Die entscheidenden Komponenten dieser Spülsaumgesellschaft sind *Atriplex littoralis* (allgemeine Kennart der Ass.), *Cakile maritima*, *Salsola kali* ssp. *kali*, *Matricaria inodora* var. *salina* sowie *Atriplex hastata* var. *salina* (sämtlich Cakiletalia- und lokale Ass.-Kennarten); nur sehr selten tritt als weitere Cakiletalia-Art *Atriplex glabriuscula* hinzu. Als Kuriosum ist das mehr oder weniger regelmäßige Auftreten der Tomate (*Solanum lycopersicum*) an der Mündung des Kieler Abwassersystems bei Bülk zu erwähnen.

TÜXEN (1950) unterscheidet innerhalb der Cakiletalia maritimae Tx. apud OBERDORFER (1949) auch für die deutschen Küsten eine Reihe selbständiger Assoziationen, die sogar verschiedenen Verbänden zugeordnet werden (dem Minuartio-Salsolian Tx. 1950 bzw. dem Atriplicion littoralis Nordh. 1940 emend. Tx. 1950). Nach der Auffassung von FUKAREK (1961) jedoch "stellen z.B. das Cakiletum friesicum (HOCQU. 1927) Tx. 1950, die Atriplex litoralis -Salsola kali-Ass. (NORDH. 1940) Tx. 1950, die Atriplex glabriuscula-Atriplex calotheca-Ass. (FR.) Tx. 1950 prov. und das Matricario maritimae-Atriplicetum litoralis (W. CHRISTIANSEN 1933) Tx. 1950 nur verschiedene (wohl zufallsbedingte) Ausbildungsformen dar, die innerhalb der Variationsbreite des Atriplicetum litoralis liegen", (a.a.O., S. 90/91).

Bei Hemmelmark findet sich in einem weiter vom Wasser entfernten Strandabschnitt hinter einer wallartigen Sandanhäufung eine Gesellschaft, die dem Atriplicetum littoralis *chenopodietosum* Tx. et Böckelmann 1957 (= *Chenopodium-Atriplicetum littoralis* G. u. H. Passarge 1973) nahesteht. Diese zu den flußbegleitenden Spülsaumgesellschaften des Chenopodium fluvialis Tx. 1960 überleitende Einheit deutet auf einen im Vergleich zum typischen Atriplicetum littoralis verringerten Salzgehalt hin (vgl. auch

Vegetationstabelle 1

Atriplicetum littoralis Tx.1937

Tabellen - Nr.
Aufnahme - Nr.

Aufnahme - Ort

Artenanzahl
mittlere Artenanzahl
Vegetationsbedeckung (%)

Kennarten der Assoziation:

O,K Matricaria inodora var. salina (lokal)
O,K Salsola kali ssp. kali (lokal)
Atriplex hastata var. salina (lokal)
O,K Atriplex littoralis (lokal)
O,K Cakile maritima (lokal)

Übrige Arten:

Rumex crispus	+	1	1	3	+	+	+	+	1	r	2	1
Elymus arenarius	+	+	+	+	+	1	+	r	+	+	+	1
Agropyron repens					1	1	1	2	+	+	1	1
Polygonum aviculare					+		+		+	+	+	+
Cirsium arvense					+ 1			1				+
Senecio viscosus					5	+			+		1	10
Artemisia vulgaris							1			r	+	r
Agropyron x acutum							+		+	+	2	2
Secale cereale								1	+	+	+	+
Honkenya peploides								1	+	+	+	r
Galeopsis spec.								r	r	+	+	+
Senecio vulgaris								5	+ 1		+	+
Polygonum persicaria										+	+	+
Plantago lanceolata									+	+		+
Dactylis glomerata									r	r	1	
Tussilago farfara										+	r	r

Außerdem kommen vor: je zweimal: Plantago major in 3 +, 9 +; Sonchus arvensis in 4 +, 14 +; Chrysanthemum vulgare in 9 +, 11 r; Chenopodium album in 10 +, 12 1; Polygonum convolvulus in 10 +, 12 +; Sisymbrium officinale in 10 +, 12 +; Ammodia arenaria in 11 +, 12 +; Taraxacum officinale in 11 +, 14 +; Myosotis spec. in 13 +, 14 +; Galium aparine in 13 +, 14 +; Anagallis arvensis in 13 +, 14 +; Cirsium vulgare in 13 r, 14 +; je einmal: Sonchus paluster in 2 +; Melilotus altissimus in 3 +; Sonchus oleraceus in 5 +; Rumex acetosella in 5 +; Suaeda maritima in 5 +; Matricaria inodora typ. in 7 4; Potentilla anserina in 8 1; Puccinellia distans in 11 r; Polygonum amphibium in 12 +; Agropyron junceum in 12 +; Solanum nigrum in 13 +; Poa annua in 13 +; Sonchus asper in 13 r; Torilis japonica in 14 r; Cynoglossum officinale in 14 +; Capsella bursa-pastoris in 14 +.

O,K = Kennart der Cakiletalia maritimae u. der Cakiletea maritimae

TÜXEN und BÖCKELMANN 1957; G. u. H. PASSARGE 1973). Der Bestand bei Hemmelmark zeigte folgende Zusammensetzung:

Vegetationsbedeckung: 70

Kennart des Atriplicetum littoralis:

Atriplex littoralis +

Kennarten der Cakiletalia (zugleich lokale Kennarten der Ass.):

Atriplex hastata var. salina	40
Salsola kali	+
Matricaria inodora var. salina	+ ^O

Trennart der Subassoziation¹⁾:

Chenopodium rubrum 20

übrige Arten:

Senecio viscosus	10
Solanum nigrum	2
Hyoscyamus niger	1
Sonchus asper	1
Agrostis stolonifera	+
Poa trivialis	+
Rumex crispus	+
Anagallis arvensis	+
Urtica dioica	+
Plantago major	+
Ranunculus repens	+ ^O
Plantago lanceolata	r
Papaver dubium	r

1) nach TÜXEN und BÖCKELMANN (1957)

Hingewiesen sei noch auf einige Autoren, die die Assoziation - zum Teil unter unterschiedlichen Bezeichnungen - beschrieben haben: BRAUN-BLANQUET et DE LEEUW (1936), WI. CHRISTIANSEN (1935), LIBBERT (1940), NORDHAGEN (1940), DAHL und HADAČ (1941), RAABE (1950), TÜXEN (1950), TÜXEN und BÖCKELMANN (1957), FROEDE (1959), FUKAREK (1961), H. PASSARGE (1964), G. u. H. PASSARGE (1973).

4.1.2. Die Honckenya-Bestände der Spülzaumzone (Vegetationstabelle 2)

Auf den noch unter dem regelmäßigen Einfluß winterlicher Hochwasser stehenden Strandpartien mit höherem Geröllanteil gedeihen neben dem

Vegetationstabelle 2

Honckenya peploides - Gesellschaft

Tabellen - Nr.
Aufnahme - Nr.

Aufnahme-Ort

Atriplicetum noch mehr oder weniger reine Bestände von Honckenya peploides.

Honckenya ist der Spülsaumzone in idealer Weise angepaßt:

Die Art ist

- a. (mäßig) salztolerant;
- b. sowohl einer nicht zu starken Sandzufuhr (durch Wasser oder Wind) als auch einem mäßigen Sandabtrag (durch das Wasser) gewachsen.

Mit einer Übersandung hält die Pflanze dadurch Schritt, daß sie das angewehte bzw. angespülte Material durch Verlängerung der Sprosse durchwächst. Wird andererseits der Sand im Zuge winterlicher Hochfluten wieder hinweggeschwemmt, so zieht sich Honckenya auf das Niveau der Geröllschicht zurück. Die durch den Abtrag des Sandes bloßgelegten Triebe sterben dann zwar ab, die Pflanze ist aber befähigt, aus den (metertief) im Boden verankerten Sproßteilen erneut auszutreiben. Vor einer weiteren Freilegung des Sproßsystems wird Honckenya wirksam durch die Gerölllage geschützt. In besonders eindrucksvoller Weise ließen sich diese Vorgänge im Jahre 1971 an den Küsten von Krusendorf und Behrensdorf verfolgen.

Die Behauptung GRAEBNERS (1910 zit. n. HEYKENA 1965), nach der Honckenya zum Gedeihen einer ständigen Sandzufuhr bedarf und bei mangelnder Übersandung zu "kränkeln" beginnt, kann somit für das USG nicht bestätigt werden.

Bisweilen durchdringen sich Honckenya und Elemente des Atriplicetum littoralis. Es wäre jedoch unangebracht, in solchen Fällen Untergesellschaften des Atriplicetum bzw. der Honckenya-Einheit aufzustellen; Beide Vegetationstypen unterscheiden sich bezüglich ihrer Struktur und Dynamik in wesentlichen Punkten: Das Atriplicetum littoralis ist eine von Sommerannuellen gebildete "migrerende Dauerinitialgesellschaft" (vgl. TÜXEN 1963), die ihren Wuchssort in Abhängigkeit von der jeweiligen Lage des Spülsaums von Jahr zu Jahr verändert; die Honckenya-Einheit hingegen stellt eine stationäre, ausdauernde Pflanzengesellschaft dar. Solche in ihrem Wesen sehr unterschiedlichen Vegetationstypen wollen wir auch begrifflich streng voneinander trennen. In jenen Fällen, in denen sich Elemente beider Einheiten durchdringen, soll von einer Überlagerung ("Superposition"; vgl. TÜXEN 1974) der einen Gesellschaft durch die andere gesprochen werden, wie es TÜXEN (1962) für einen analogen Fall, die Überschneidung von Elymo-Agropyretum juncei und Cakiletum, vorgeschlagen hat.

Erscheinen das Atriplicetum und die Honckenya-Bestände im Gelände auch bisweilen miteinander verzahnt, so sind beide Einheiten doch i. d. R. räumlich voneinander geschieden: Honckenya meidet weitgehend die ufernahe Zone und ist im wesentlichen auf den Übergang zur Krone des Strandwalls beschränkt. Das Atriplicetum kann zwar überall dort auftreten, wo Getreibsel angeschwemmt wurde; da indessen die Spülsäume naturgemäß

am häufigsten in der ufernahen Zone abgesetzt werden, liegt der Schwerpunkt des Atriplicetum littoralis unterhalb der Honckenya-Zone.

4.1.3. Das Honckenyo-Crambeetum (Nordhagen 1940/41 n.n.)
Eigner 1972

Bezüglich der im USG auf Geröllstrand auftretenden *Crambe maritima*-Gesellschaft sei auf die ausführliche Arbeit EIGNERS (1973) verwiesen.

4.1.4. Das Potentillo-Elymetum arenariae (Raunkiaer 1935)
Tx. 1966

Bereits TÜXEN (1966) hat diese nordische, nitrophile, zum Honckenyo-Elymion Tx. 1966 (Plantaginetea Tx. et Prsg. 1950) zählende Einheit für die sh Ostseeküste (Eckernförde) nachgewiesen. Eine unserer Aufnahmen, vom Priwall bei Lübeck, lässt sich ebenfalls dieser Assoziation, und zwar wohl der "typischen" Subassoziation TÜXENS, einfügen:

Vegetationsbedeckung:	85
-----------------------	----

<i>Elymus arenarius</i>	50
-------------------------	----

übrige Arten:

<i>Sonchus arvensis</i>	15
<i>Potentilla anserina</i>	10
<i>Cirsium arvense</i>	+
<i>Festuca rubra</i>	2
<i>Atriplex hastata</i> var. <i>salina</i>	+
<i>Honckenya peploides</i>	1
<i>Phragmites communis</i>	5

4.2. DIE VEGETATION DER PRIMÄRDÜNEN; DAS ELYMO-AMMOPHILE-TUM "TYPICUM" (Vegetationstabelle 3; Profiltabelle 1)

Sowohl die Vertreter des Atriplicetum als auch die Honckenya-Bestände der Spülsumzone sind befähigt, vom Winde verwehten Sand abzufangen und anzuhäufen und so kleine Dünen zu bilden. Diese "Dünen" müssen jedoch epemere Erscheinungen bleiben, da sie bei ihrer ufernahen Lage von den Sturmfluten regelmäßig wieder zerstört werden. Zudem sind die vom Atriplicetum als einer Therophyten-Gesellschaft bewirkten Sandanhäufungen naturgemäß auch ohne Hochwasser auf eine einzige Vegetationsperiode begrenzt.

Eine Bildung dauerhafterer Dünen - dies gilt zumindest bei den Brandungsverhältnissen des USG - ist somit nur in jenen Bereichen zu erwarten, die dem Zugriff der Hochfluten völlig oder doch für einige Vegetationsperioden entzogen sind, also nur oberhalb der Spülsumzone.

An den Küsten des Ärmelkanals und der Nordsee läßt sich eine klare Differenzierung in Primärdünen und Sekundärdünen beobachten (vgl. u. a. ELLENBERG 1963; HEYKENA 1965).

Die Primärdünen werden in jenen Bereichen mehr oder weniger ausschließlich von *Elymus arenarius* oder vom *Elymo-Agropyretum juncei* (Br.-Bl. et De Leeuw 1936) Tx. 1937 emend. 1957 aufgebaut, einer salztoleranten Gesellschaft mit *Honckenya peploides* und *Agropyron junceum* als Hauptkomponenten. (Bezüglich der Salztoleranz von *Agropyron junceum* vgl. BENECKE 1930 u. 1931.)

Die weniger salzresistenten *Ammophila*-Arten können in den erwähnten Gebieten erst dann Fuß fassen und zur "Sekundärdüne" überleiten, wenn die Primärdünen bis zu einer Höhe von ca. 1 m angewachsen sind und sich in ihnen bereits ein Süßwasserkissen gebildet hat (vgl. ELLENBERG 1963). Nach BENECKE (1930) ist *Ammophila* erst dann existenzfähig, wenn der NaCl-Gehalt des Grundwassers unter 1 % sinkt.

Anders liegen die Verhältnisse an der Ostsee: Bei einer merklich geringeren Salzkonzentration (westliche Ostsee im August: 1,7 - 1,8 % NaCl, vgl. DEUTSCHES HYDROGRAPHISCHES INSTITUT 1967; Nordsee im August: > 3,0 % NaCl, vgl. DEUTSCHES HYDROGRAPHISCHES INSTITUT 1966) hat das Meerwasser hier nicht mehr jene auslesende Wirkung wie an der Nordseeküste. So können sich schon im USG salzempfindlichere Arten als Primärdünenbildner durchsetzen. Unter diesen spielen *Ammophila arenaria* und *A. x baltica* eine zentrale Rolle.

Es läßt sich allgemein beobachten, daß *A. x baltica* an der Ostsee eine größere Bedeutung zukommt als an der Nordseeküste (vgl. z. B. auch FUKAREK 1961).

Gelegentlich bauen ebenfalls *Agropyron repens*, *A. x acutum*, ausnahmsweise auch einmal *Calamagrostis epigeios* und *Phragmites communis*, Primärdünen auf. *Elymus arenarius* ist ebenfalls an der sh Ostseeküste an der Bildung von Primärdünen maßgeblich beteiligt, während *Agropyron junceum* nur geringe Bedeutung zukommt.

Für den ca. 30 km langen Küstenabschnitt zwischen Strande (nördlich von Kiel) und Eckernförde wurde der Anteil der einzelnen an der Primärdünenbildung beteiligten Arten ermittelt. Die Auszählung von insgesamt 197 einartigen Primärdünen brachte folgendes Ergebnis:

Primärdünenbildner	relativer Anteil (%)
<i>Ammophila x baltica</i>	61
<i>Ammophila arenaria</i>	20
<i>Elymus arenarius</i>	16
<i>Agropyron junceum</i>	2
<i>Phragmites communis</i>	1
	100

Angemerkt seien Angaben anderer Autoren über das Verhalten der Ammophila-Arten im Ostseebereich:

Nach GEßNER (1957) soll Ammophila arenaria erst ab Usedom am Aufbau der Primärdünen beteiligt sein. G. u. H. PASSARGE (1973) unterscheiden auch für die westmecklenburgische Küste noch eine "Vordünenzone" mit *Agropyron junceum*, *A. repens* ssp. *littorale*, *A. x acutum* (und *Elymus arenarius*) und nur vereinzelt Vorkommen der Ammophila-Arten von einer "Hauptdünenzone" mit (*Elymus arenarius*), Ammophila arenaria und *A. x baltica*.

Nach FUKAREK (1961) wird auf dem Darß der überwiegende Teil der Primärdünen von *Elymus arenarius* und Ammophila arenaria gebildet. *A. x baltica* verhält sich hier aber anders als an der sh Ostseeküste: "Nach unseren Beobachtungen kommt diese Art zwar gelegentlich im Elymo-Ammophiletum typicum vor, erreicht aber eine hohe Stetigkeit und das Optimum ihres Auftretens erst in der Folgegesellschaft (dem Elymo-Ammophiletum festucetosum arenariae), für die sie geradezu kennzeichnend ist" (a.a.O., S. 97).

Es ist möglich, daß im USG an zahlreichen Stellen innerhalb des Strandwalls vom Lande her glykisches Wasser seawärts zieht, so daß hier bereits in der Primärdünenzone für *A. x baltica* geeignete Existenzvoraussetzungen geschaffen werden, die andernorts bei Ausbleiben eines solchen Grundwasserstromes sogar bei verringerten Salzkonzentrationen des Meerwassers nicht gegeben sind (NaCl-Gehalt des Ostseewassers am Darß: 1,0%; vgl. DEUTSCHES HYDROGRAPHISCHES INSTITUT 1967). Denkbar ist allerdings auch, daß auf dem Darß der Sandanflug in der ufernahen Zone für das Gedeihen von Ammophila x baltica zu stark ist und die Art sich daher erst in den einer geringeren Übersandung ausgesetzten, weiter landeinwärts gelegenen Dünen voll entfalten kann. Der hier angeschnittene Fragenkomplex läßt sich erst experimentell einwandfrei klären.

Verhalten sich auch *Agropyron junceum* und Honckenya einerseits und die Ammophila-Arten andererseits im USG in den Anfängen der Dünenbildung weitgehend einheitlich, so treten doch im Zuge der weiteren Entwicklung die unterschiedliche Anpassungsfähigkeit und die unterschiedlichen ökologischen Ansprüche der einzelnen Arten deutlich zutage:

Bei einem weiteren Anwachsen der Dünen, d.h. wenn diese eine Höhe von ca. 1 m überschreiten, können sich - wie an der Nordseeküste - nur noch Ammophila arenaria und *A. x baltica* halten. Die weitere Aufhöhung der Dünen ist somit im wesentlichen ein Produkt der Tätigkeit dieser Spezies.

Elymus arenarius, *Agropyron junceum* und Honckenya verschwinden auch in den höheren Dünen nicht völlig, erscheinen aber nur noch mit einzelnen, nur selten blühenden und fruchtenden Trieben. (Für den Rückgang dieser Arten dürften verschiedene Ursachen in Betracht kommen, so das mangelnde Vermögen, stärkere Übersandung zu ertragen, erhöhter Wassermangel, Nachlassen der N-Versorgung in Form von Tang- und Seegrasresten; vgl. hierzu u.a. TÜXEN u. Mitarb. 1957; HEYKENA 1965).

Da die pflanzlichen Dünenbildner demnach auch an der Ostseeküste in ihrem soziologischen und ökologischen Verhalten deutlich divergieren, ist es gerechtfertigt, sie verschiedenen synsystematischen Einheiten zuzuweisen.

Wir unterscheiden, wie es an der Nordseeküste geschieht,

1. ein Elymo-Agropyretum juncei (Br.-Bl. et De Leeuw 1936) Tx. 1937 em. 1957 mit der Assoziationskennart *Agropyron junceum*;
2. ein Elymo-Ammophiletum Br.-Bl. et De Leeuw 1936 emend. Tx. 1952 mit den lokalen Kennarten *Ammophila arenaria* und *A. x baltica* (zugleich allgemeine Kennarten der Ammophiletea Br.-Bl. et Tx. 1943).

Aus dem Gesagten geht hervor, daß das Elymo-Ammophiletum ("typicum") sowohl "Primärdüne" als auch - bei vorangegangener *Agropyron junceum*-, *Elymus*- oder Honckenya-Düne - "Sekundärdüne" sein kann.

Bei den übrigen dünenbildenden Arten sprechen wir zunächst neutral von "Beständen". (Die *Elymus*-Düne läßt sich vielleicht als Fazies des Elymo-Agropyretum juncei auffassen; vgl. auch TÜXEN u. BÖCKELMANN 1957).

Vom Elymo-Ammophiletum Br.-Bl. et De Leeuw 1936 hat TÜXEN bereits 1952 das Euphorbio-Ammophiletum abgespalten. Es handelt sich hier um eine stark atlantisch beeinflußte Assoziation, die an der französischen und der belgischen sowie an der irischen und der britischen Küste auftritt. Sie zeichnet sich gegenüber den übrigen Ammophila-reichen Gesellschaften durch *Euphorbia paralias*, *Calystegia soldanella*, *Asparagus officinalis* und *Diolis maritimus* aus.

Das verbliebene Elymo-Ammophiletum Br.-Bl. et De Leeuw 1936 emend. Tx. 1952 (= Elymo-Ammophiletum baltico-atlanticum (Tx. 1927) Westhoff 1947) wird von FUKAREK (1961) in zwei Regionalassoziationen aufgegliedert:

1. eine Einheit, deren Areal etwa von Texel bis in das Gebiet der westlichen Ostsee reicht und in der *Oenothera ammophila*, *Oe. muricata* sowie *Sonchus arvensis* als regionale Trennarten erscheinen.
2. das "Elymo-Ammophiletum oriento-balticum" (Steffen 1931) Fukarek 1961, in dem einige östlich verbreitete Spezies als Trennarten hervortreten: *Tragopogon floccosus*, *Linaria odora*, *Petasites spurius* und *Corispermum hyssopifolium*. Das Verbreitungsgebiet dieser Einheit umfaßt in etwa den Raum von der Odermündung bis zum Finnischen Meerbusen.

Ebenfalls TÜXEN (1967 b) gliederte ursprünglich das Elymo-Ammophiletum in zwei vikariierende Regionalassoziationen (ein westliches "Soncho-Ammophiletum" und ein östliches "Petasito-Ammophiletum"), vereinigt jedoch 1975 mit GEHU die nordischen Ammophileten wieder im Elymo-Ammophiletum (vgl. GEHU u. TÜXEN, 1975). Diese Einheit wird von den genannten Autoren auch

nicht mehr, wie 1971 geschehen, in Rassen differenziert (vgl. GEHU u. TÜXEN, 1975).

Eine Zuordnung der Ammophila-Gesellschaft des USG zu einer der oben angeführten Regionalassoziationen ist nicht möglich, da innerhalb des Ammophileum der sh Ostseeküste die entsprechenden Trennarten fehlen.¹⁾ Schon aus diesem Grunde wird für das USG weiterhin die Bezeichnung "Elymo-Ammophileum Br.-Bl. et De Leeuw 1936 emend. Tx. 1952" verwandt.

Kleinere Dünen (Primärdünen) treten im gesamten Bereich des Sandstrandess der sh Ostseeküste auf. Nur an wenigen Küstenstrichen konnten sich jedoch Dünen entwickeln, deren Niveau eine Höhe von ca. 60 - 80 cm überschreitet.

Die Entstehung solcher höheren Dünen ist an drei Bedingungen gebunden:

1. eine ausreichende Sandzufuhr durch das Meer;
2. außländige Winde und
3. ein gleichzeitiges Trockenfallen des Vorstrandess.

An zahlreichen Stellen der Nordseeküste der Cimbrischen Halbinsel, so bei St. Peter-Ording, auf Amrum, auf Sylt, an der jütischen Küste, sind alle drei Voraussetzungen in idealer Weise erfüllt, so daß sich hier mehrere -zig Meter hohe Dünen entwickeln konnten.

An der sh Ostseeküste sind die Bedingungen für eine Bildung höherer Dünen äußerst ungünstig: Das Meer liefert zwar auch hier streckenweise größere Sandmengen an; die meisten Küstenabschnitte sind jedoch im USG nach Osten exponiert, so daß - bei einem praktisch völligen Fehlen von Ebbe und Flut (Tidenhub 20 - 30 cm; vgl. DEUTSCHES HYDROGRAPHISCHES INSTITUT 1967) - die außländigen (Ost-)Stürme das Wasser hoch auf den Strand drücken und dem Wind somit keine Gelegenheit zum Verblasen des Sandes gegeben wird. Westwinde, die Meerwasser in östlicher Richtung abdrängen, sind jedoch nur für wenige Küstenstriche des USG außländig.

Etwas längere Küstenabschnitte werden nur an der Westküste Fehmarns und des Landes Oldenburg frontal von Westwinden getroffen, doch sind dem Strand hier keine nennenswerten Sandbänke vorgelagert, die als Sandlieferanten in Frage kämen (vgl. RAABE 1950).

Lediglich an einigen wenigen nordwestexponierten Punkten wurden durch den Westwind Dünen gebildet, so bei Noer, am Bottsand, am Sehendorfer Strand, bei Weißenhaus, ansatzweise auch bei Heiligenhafen.

1) *Sonchus arvensis* tritt im Ammophileum auch östlich unseres Arbeitsgebietes auf, so auf Hiddensee (vgl. FROEDE 1959) und Bock (VODERBERG 1955). Die *Oenothera*-Arten indes scheinen innerhalb des Ammophileum auf die Nordseeküste beschränkt zu sein.

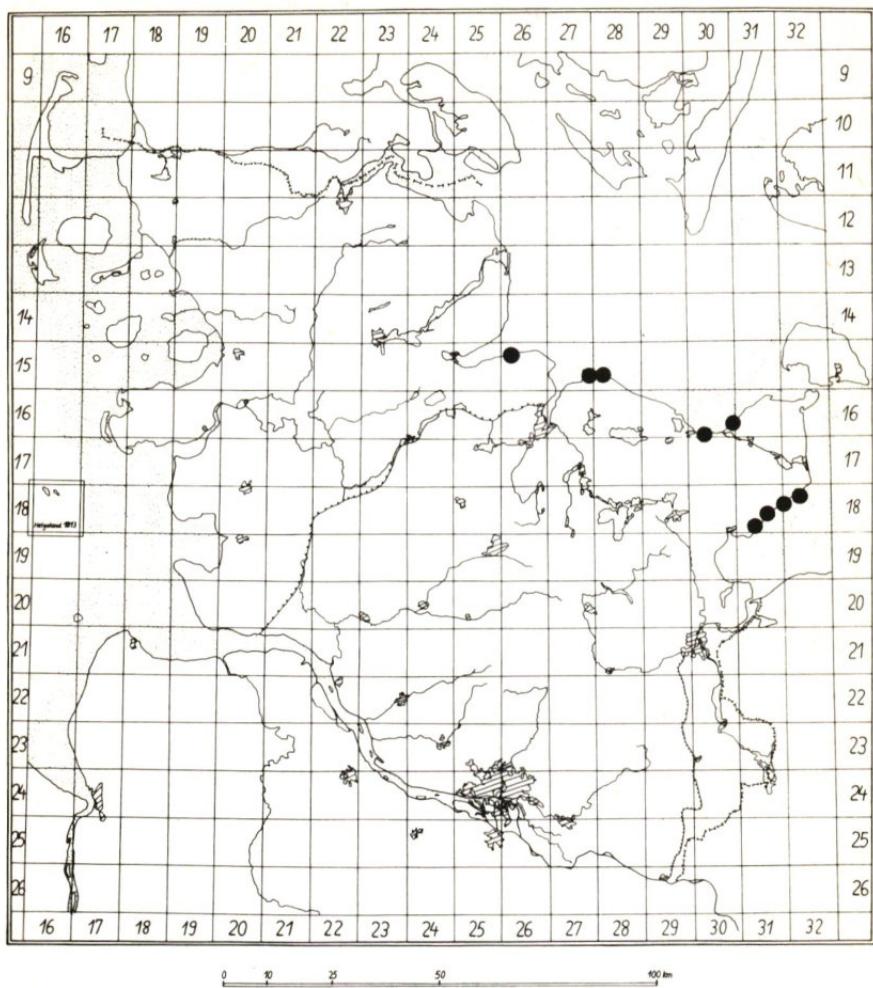


Abb. 4 Dünenbildung an der sh Ostseeküste

Zwischen Grömitz und Kellenhusen wurden unter dem Einfluß südwestlicher bis südöstlicher Winde Dünen aufgebaut.

Die zunächst mehr oder weniger isoliert nebeneinanderliegenden Dünen fließen im Laufe der Zeit zu längeren Streifen zusammen, die z. B. zwischen Grömitz und Kellenhusen eine fast ununterbrochene Kette von ca. 7 km Länge bilden. Gleichzeitig wachsen die Dünen in die Höhe, jedoch unterbleibt im USG i. d. R. eine weitere Aufhöhung, wenn ein Niveau von 3 - 4 m erreicht ist.

Die Böden der Primärdünen bzw. des Elymo-Ammophiletum "typicum" stellen noch einen reinen Syrosem (Rohboden) dar.

Die pH-Werte befinden sich fast stets im Bereich zwischen 6,0 und 8,5. Bei einer Bodenreaktion im neutralen und schwach alkalischen Raum ließ sich ein CaCO_3 -Gehalt von mindestens 0,1 % nachweisen. Die im einzelnen verschiedenen hohen Kalkgehalte bedingen eine unterschiedliche Pufferung des Sandes gegen einen pH-Abfall, worauf in Kap. 4.3.2. näher eingegangen wird. In der Regel liegt der Kalk in Form von Bruchstücken von Muschel- und Schnekkenschalen vor, er kann jedoch auch dem Mergelmaterial der Steilküsten entstammen.

Mit einem Mittel von 1,8 mg P_2O_5 und 1,4 mg K_2O / 100 g Boden sind die frischen Sande bezüglich dieser Nährstoffe, gemessen an den für landwirtschaftliche Mineralböden aufgestellten Grenzwerten, als "sehr schlecht versorgt" einzustufen (vgl. u. a. THUN, HERRMANN und KNICKMANN 1955). Es fragt sich jedoch, wie weit es zulässig ist, die für Kulturböden gültigen Kriterien auf Naturböden zu übertragen.

4.3. FESTUCA RUBRA -REICHE GESELLSCHAFTEN

4.3.1. Das Elymo-Ammophiletum festucetosum arenariae Tx. 1937

(einschließlich der Ursachen für den Rückgang von Ammophila bei nachlassender Übersandung)

(Vegetationstabelle 4; Profiltabelle 2)

4.3.1.1. Die Ursachen für den Rückgang von Ammophila bei nachlassender Übersandung

Solange der Sandnachschub anhält, zeigen Ammophila arenaria und A. x balistica starkes Wachstum. Haben diese Pflanzen jedoch geschlossene Bestände aufgebaut, dann fangen diese den meisten Flugsand bereits in den vordersten Reihen ab. Parallel zum Nachlassen der Übersandung verändert sich auch die Vegetation:

Die Ammophila-Arten sind zwar zunächst weiterhin mit relativ hohen

Vegetationsstabelle 3

Primärdünen

Tabellen-Nr.
Aufnahme-Nr.

Aufnahme-Ort

Artenanzahl
Vegetationsbedeckung (%)
Primärdünenbildner:
Honkenya peploides

Agropyron junceum

Agropyron x acutum

Elymus arenarius

Ammonibia arenaria

Ammonia lativittata

Calamagrostis epigeios

Agropyron repens

Übliche Arten:

Gakile maritima

Lussitago farfara
Cirsium arvense

Salsola kali

Profiltabelle 1

Deckungsanteilen vertreten, lassen jedoch deutlich in ihrer Vitalität nach und blühen und fruchten nur noch selten.

Die Frage nach den Ursachen des Rückganges von Ammophila (speziell von *A. arenaria*) bei nachlassender Sandzufuhr ist ein in der Literatur vieldiskutiertes Problem.

Für die Abhängigkeit des Strandhafer-Wachstums von einer kontinuierlichen Sandzufuhr werden unterschiedliche Gründe angenommen (wobei einzelne Autoren der Sandnachlieferung eine Wirkung in mehrfacher Richtung zusprechen):

1. Hypothese: BUCHENAU (1889) geht davon aus, daß die Sandüberschüttung einen mechanischen Reiz auf Ammophila ausübe und dadurch deren Wachstum fördere.

Gegen diese Annahme sprechen mehrere Befunde, so die Beobachtung, daß sich nach Brand z. B. anstelle eines Corynephoretum wieder ein vitales Ammophiletum einstellen kann (vgl. VAN DIEREN 1934), oder die Tatsache, daß Ammophila in Kultur auch ohne Sandzufuhr zu kräftigem Wachstum befähigt ist.

2. Hypothese: Die Anlieferung frischer Sande (pH um den Neutralpunkt oder darüber; vgl. auch Profiltab. 1) verhindere, daß der pH-Wert in einer dem Gedeihen von Ammophila abträglichen Weise absinkt (LUX 1964).

Zu fragen ist: Liegt hier eine Kausalbeziehung zwischen Bodenazidität und Pflanzenwachstum vor, oder handelt es sich lediglich um eine Koinzidenz? Gegen die erste Möglichkeit spricht u. a. die Bemerkung ELLENBERG's (1963), nach der Ammophila auch dann in strandnahen Bereichen üppig gedeihen kann, wenn diese (ausnahmsweise einmal) kalkarm sind.

3. Hypothese: Die Nährstoffe humusärmer Sande unterliegen einer raschen Auswaschung. Nur bei einer steten Sandzufuhr sei der für ein üppiges Gedeihen von Ammophila erforderliche laufende Nachschub an Nährstoffen gewährleistet (vgl. u. a. VAN DIEREN 1934; LINKE 1951/52; TÜXEN 1967 und 1973).

Als Nährstoffquelle werden die Nährsalze marinen Ursprungs bzw. die aus dem organischen Material des Spülsaums freigesetzten Ionen betrachtet. Diese Nährstoffe schlagen sich nach der Auffassung VAN DIERENS (1934) beim Austrocknen des Sandes an der Oberfläche der Sandkörner nieder und werden dann mit diesen vom Winde landeinwärts verfrachtet.

Es soll zunächst geprüft werden, wieweit diese Hypothese bezüglich der Nährelemente Phosphor und Kalium stichhaltig ist.

Wie aus Tab. 1 hervorgeht, ist - zumindest im USG- mit dem Nachlassen der Übersandung (*Elymo-Ammophiletum festucetosum arenariae*) gegen-

über den einer steten Übersandung unterworfenen Bereichen (Primärdünen bzw. Elymo-Ammophiletum "typicum") keineswegs ein Abfall der Konzentrationen an verfügbarem P und K verbunden. (Die für das Elymo-Ammophiletum festucetosum erhaltenen Mittelwerte liegen sogar leicht über denen der übrigen in der Tabelle aufgeführten Einheiten, doch ist dieser Unterschied nicht signifikant.)

T a b e l l e 1 Vergleich der mittleren Gehalte an verfügbarem P_2O_5 und K_2O in den Sanden der Primärdünen bzw. des Elymo-Ammophiletum typicum mit denen der Sande des Elymo-Ammophiletum festucetosum arenariae

	n	P_2O_5 (mg/100 g B.)	K_2O (mg/100 g B.)
Primärdünen, Elymo-Ammophiletum "typicum"	13	$\bar{x} = 1,6 \pm 0,7$	$\bar{x} = 1,4 \pm 0,5$
Elymo-Ammophiletum festucetosum arenariae	8	$\bar{x} = 2,0 \pm 0,5$	$\bar{x} = 1,6 \pm 0,7$

(Da bei den hier betrachteten Einheiten nur geringfügige Humusgehalte vorhanden sind, bewegen sich die Volumengewichte in beiden Fällen innerhalb desselben Bereichs. Als Vergleichsbasis für den Versorgungsgrad sind daher bereits die Nährstoffkonzentrationen in mg/100 g Boden ausreichend, und auf eine Berechnung der Nährstoffmengen/Volumeneinheit (mg/100 ml Boden bzw. kg/ha) kann verzichtet werden.)

Im Zuge der weiteren über das Elymo-Ammophiletum festucetosum arenariae hinausgehenden Vegetationsentwicklung und der damit parallellaufenden Humusanreicherung nehmen die verfügbaren P- und K-Mengen fortlaufend zu, und zwar sowohl auf die Gewichts- als auch auf die Volumeneinheit bezogen.

Die Auswaschungsverluste an (verfügbarem) P und K sind demnach geringer anzusetzen als die an diesen Nährelementen (in verfügbarer Form) nachgelieferten Mengen.

Nach der Auffassung von LUX (1964) ist die Aufsandung dennoch für die Versorgung von Ammophila mit P und K von Bedeutung:

Zwar seien die frischen Sande, gemessen an den für landwirtschaftliche Böden entwickelten Maßstäben, als äußerst arm an P und K einzustufen. (LUX gibt ein Mittel von 1,0 mg P_2O_5 und 2,3 mg K_2O / 100 g Boden an.) Die Düne unterliege jedoch nicht der "Statik des Kulturbodens". Ihre Dynamik verlange vielmehr, chemische Nährstoffanalysen hier unter einem gesonderten Aspekt auszuwerten. So werden nach den Berechnungen des Autors bereits durch eine 40 cm-Aufsandung so hohe Mengen an

verfügbarem P und K angeliefert, daß diese, auf ha umgerechnet, für die Versorgung mittlerer Wiesen und Weiden ausreichen würden. (LUX berechnete für eine 40 cm-Aufsandung ein Mittel von 64,0 kg P₂O₅ und 146,8 kg K₂O / ha.)

Unbestritten sei, daß Ammophila, indem sie den neu aufgeworfenen Sand durchwächst, ihren Wurzelraum erweitert und ihr damit größere P- und K-Mengen zugänglich werden als bei einer stationären Bodenoberfläche. Unerhörtlich bleibt indes die Notwendigkeit einer kontinuierlichen P- und K-Zufuhr:

Setzt man voraus, daß Ammophila zu einem bestimmten Zeitpunkt vital entwickelt ist, so ist davon auszugehen, daß dann auch der Bedarf der Pflanze an P und K gedeckt ist. Da nun, wie oben dargelegt, in einem festgelegten Dünensand keine Verarmung an verfügbarem Phosphor und Kalium nachgewiesen wurde, müßte das P- und K-Angebot bei einer Beibehaltung des "status quo" für die Versorgung von Ammophila ausreichen. Die bei einem Ausbleiben einer fortwährenden Übersandung beim Strandhafer auftretende Wachstumsdepression muß demnach andere Ursachen haben als eine fehlende P- und K-Zufuhr durch frischen Sand.

LUX (1964) selbst stützt, offensichtlich ohne sich dessen bewußt zu sein, die hier vertretene Auffassung durch einen NPK-Mangelversuch (Differenzdüngungsversuch) in einem nicht mehr übersandeten Sylter Dünengebiet ("Corynephoretum canescens"): Die gepflanzten Ammophila-Bestände zeigten auf den nur mit P und K gedüngten Parzellen kein kräftigeres Wachstum als auf den ungedüngten Parzellen.

Zu beantworten bleibt schließlich: Besteht ein Zusammenhang zwischen einer steten Übersandung von Ammophila und der Versorgung dieser Pflanze mit Stickstoff? Diese Frage ist umso eher berechtigt, als nach Versuchen von HASSOUNA u. WAREING (1964) N für die Pflanzen der offenen Düne der wachstumsbegrenzende Faktor ist.

LUX (1964) weist bereits darauf hin, daß "in den Wanderdünengebieten von Sylt, die bis zu 3 km vom Strand entfernt liegen, sich Ammophila-Bestände ausbilden, die sich in Dichte ihres Bestandes und in ihrer Wuchsigkeit in keiner Weise von den Beständen in Strandnähe unterscheiden" (a.a.O., S. 18/19). Für diese Dünenebereiche scheiden die von der Flutwelle am Strand abgesetzten organischen Reste als N-Quelle aus: "Es ist kaum anzunehmen, daß diese Sande kilometerweit in die Binnendünen gelangen, und wenn es so wäre, dann ist es noch sehr zweifelhaft, ob sie diese Binnenstandorte ohne Auswaschungsverluste erreichen" (LUX 1964, S. 21).

Die durch VAN DIEREN (1934) vertretene Auffassung, daß Ammophila zu ihrer vollen Entwicklung einer Nährstoffzufuhr aus dem Spülseumbereich bedarf, trifft somit offenbar auch bezüglich des Stickstoffs nicht zu.

Dennoch ist eine kausale Beziehung zwischen Aufsandung und Nährstoffversorgung von Ammophila anzunehmen:

Mit nachlassender Sandzufuhr stellen sich Arten ein, die einer stärkeren (ca. 10 cm jährlich übersteigenden) Sandaufschüttung nicht gewachsen sind. Diese Spezies, die zudem teilweise ein dichtes und auf die obersten Bodenschichten konzentriertes Wurzelsystem entwickeln, bedeuten für Ammophila wahrscheinlich eine scharfe Konkurrenz bei der Ausnutzung anorganischen Stickstoffs und bedingen so eine Reduzierung der Vitalität des Strandhafers.

Offen ist noch, welche N-Quellen dem Strandhafer in den humusfreien Sanden auch dort zur Verfügung stehen, wo ein N-Nachschub aus dem Spülsaumbereich ausscheidet. Eine Stickstoffzufuhr dürfte hier im einzelnen auf folgenden Wegen erfolgen:

1. durch Luftstickstoff bindende Bakterien. WEBLEY et all. (1952) wiesen nach, daß die Wurzeloberfläche und die Rhizosphäre von Ammophila eine reiche Bakterienflora besitzen (während der Sand außerhalb der Rhizosphäre arm an Bakterien ist). Nach Untersuchungen von HASSOUNA u. WAREING (1964) ist davon auszugehen, daß mindestens ein Teil dieser Bakterien, in erster Linie das in den Proben überwiegende Azotobacter, atmosphärischen Stickstoff bindet.
2. über eine Mykorrhiza. So führt RANWELL aus: "The regular association of fungi e.g. Inocybe species with Ammophila suggests that mycorrhizal symbiosis may also be important in the supply of nitrogen" (RANWELL, 1972, S. 166).
3. durch Niederschläge. Nach RIEHM (1964, zit. n. SCHEFFER u. SCHACHTSCHABEL, 1973) enthält das Regenwasser z.B. in Westerland auf Sylt im 6 - 8-jährigen Mittel 0,4 mg NH₄-N/l und 0,5 mg NO₃-N/l, in Schleswig 0,7 mg NH₄-N/l und 0,4 mg NO₃-N/l. Für Westerland ergibt dies (jährliche Niederschlagssumme ca. 700 mm) 2,8 kg NH₄-N und 3,5 kg NO₃-N, für Schleswig (jährliche Niederschlagssumme ca. 800 mm) erhält man 5,6 kg NH₄-N und 3,2 kg NO₃-N pro ha und Jahr.

Zur endgültigen Klärung der hier aufgeworfenen Fragen ist es allerdings erforderlich zu klären, ob und in welchem Maße auch die Konkurrenten von Ammophila über die unter 1 und 2 genannten N-Quellen verfügen.

Betont sei abschließend, daß die für Ammophila arenaria (und A. x baltica) gültigen ernährungsökologischen Aussagen nicht oder nur eingeschränkt auf andere dünenbildende Arten übertragen werden können. So sind Agropyron junceum und Elymus arenarius offenbar als ausgesprochen nitrophil einzustufen und schon aus diesem Grunde an die ufernahe Zone gebunden, in der durch aus dem Spülsaum herbeigewohntes Tang- und Seegrasmaterial eine reichliche Versorgung mit Stickstoff gewährleistet ist.

Es ist schließlich möglich, daß neben der Konkurrenz um Stickstoff auch die um Wasser für das Gedeihen von Ammophila eine Rolle spielen kann.

4.3.1.2. Die Artenkombination des Elymo-Ammophiletum *festucetosum arenariae* Tx. 1937

Unter den Arten, die sich innerhalb des Ammophiletum bei einer abnehmenden Intensität der Sandzufuhr (Aufsandungshöhe nur noch ca. 10 cm pro Jahr) einstellen, sind die folgenden besonders hervorzuheben: *Carex arenaria*, *Corynephorus canescens*, *Hypochoeris radicata*, *Viola canina*, *Festuca rubra* und *Ceratodon purpureus* (vgl. Vegetationstab. 4). Vor allem *Corynephorus* und *Festuca rubra* besitzen ein sehr dichtes, feinverzweigtes Wurzelsystem, das zudem auf die obersten 20 - 30 cm konzentriert ist (vgl. u.a. FUKAREK 1961; LUX 1964). Es ist anzunehmen, daß diese Kleingräser für Ammophila eine starke Konkurrenz bei der Ausnutzung des Stickstoffs darstellen.

Interessant sind die innerhalb der vorliegenden Vegetationseinheit vorhandenen Differenzierungen:

Während die Aufnahmen von der Küste der Probstei (Bottsand, Wentorfer Schleuse) schon *Festuca ovina* s. str. und *Dicranum scoparium* enthalten und *Festuca rubra* hier nur sporadisch erscheint, zeichnen sich die Bestände von der Lübecker Bucht (Grömitz, Kellenhusen) durch *Taraxacum officinale* s.l., *Cerastium semidecandrum* und *Chondrilla juncea* sowie ein verstärktes Auftreten von *Festuca rubra* und *Galium verum* var. *littorale* aus.

Die beiden Untereinheiten koinzidieren jeweils mit einem bestimmten Aziditätsbereich: Im Fall der Variante von *Festuca ovina* befinden sich die pH-Werte in den oberen 40 cm unterhalb von 6,3, in den oberen 10 cm bei 5,2 bzw. 5,4; CaCO_3 war im Boden nicht mehr nachweisbar. Die Variante von *Galium littorale* steht demgegenüber auf einem noch schwach kalkhaltigen Substrat; sämtliche pH-Werte liegen hier oberhalb von 6,3.

Bezüglich *Chondrilla juncea* ist zu berücksichtigen, daß diese wärmeliebende Spezies med-submed-kont Verbreitung (vgl. OBERDORFER 1970) in SH allgemein nicht über die Linie Weißenhaus-Lübeck-Geesthacht nach Westen vordringt (vgl. u.a. PIONTKOWSKI 1970).

Erwähnenswert ist ferner, daß *Cerastium semidecandrum* (Trennart der schwach kalkhaltigen Variante) nach den Beobachtungen HEYKENAs (1965) in den (kalkhaltigen) Dünen der Ostfriesischen Inseln viel verbreiteter ist als in den (kalkarmen) Dünen der Nordfriesischen Inseln.

Synsystematisch läßt sich die vorliegende Vegetationseinheit weitgehend mit dem Elymo-Ammophiletum *festucetosum arenariae* Tx. 1937 paralle-

lisieren¹⁾. Gegenüber den unter dieser Bezeichnung aus anderen geografischen Räumen beschriebenen Vegetationstypen zeigen die Bestände des USG jedoch einige Unterschiede:

1. Die zur Benennung der Subassoziation herangezogene *Festuca rubra* fo. *arenaria* wurde von uns im USG weder im Degradationsstadium der Ammophila-Düne noch in einer anderen Einheit vorgefunden; *Festuca rubra* wird hier durch andere Taxa vertreten, und zwar vorwiegend durch die fo. *vulgaris*, daneben u.a. auch - so vor allem auf Strandwällen - durch die fo. *pubescens*.

Auf den Nordfriesischen Inseln (so nach eigenen Beobachtungen), auf den Ostfriesischen Inseln (vgl. u.a. TÜXEN 1937) sowie auf dem Darß (vgl. FUKAREK 1961) erscheint *Festuca rubra* auf den Dünen offenbar nur in der fo. *arenaria*.

2. *Galium mollugo*, auf den Ostfriesischen Inseln ein charakteristischer Bestandteil des Elymo-Ammophiletum *festucetosum arenariae* (vgl. u.a. HEYKENA 1965), wird innerhalb dieser Einheit im USG durch *Galium verum* var. *littorale* ersetzt, wie dies im übrigen auch an der gesamten Westküste der Cimbrischen Halbinsel (vgl. HEYKENA 1965) sowie auf dem Darß (vgl. FUKAREK 1961) der Fall ist.

3. Die auf dem Darß für das Elymo-Ammophiletum *festucetosum arenariae* kennzeichnende *Calamagrostis epigeios* (vgl. FUKAREK 1961) kommt zwar auch an der sh Ostseeküste in bestimmten Vegetationstypen zur Massenentfaltung, meidet hier jedoch strikt das Ammophiletum.

Die vorliegende Vegetationseinheit ist an der sh Ostseeküste ganz auf den holsteinischen Raum beschränkt; am reinsten ist sie an der Kieler Bucht zwischen Bottsand und Wentorfer Schleuse sowie an der Lübecker Bucht zwischen Grömitz und Kellenhusen ausgeprägt.

An der sh Nordseeküste geht das Elymo-Ammophiletum in ein *Viol-*
Corynephoretum (Böch. 1941) Westh. 1947 über (vgl. HEYKENA 1965²⁾).

1) Es darf allerdings gefragt werden, ob es nicht sinnvoller ist, das "Elymo-Ammophiletum *festucetosum arenariae*" nicht als Degenerationsstufe des Elymo-Ammophiletum, sondern als Initialstufe einer Sedo-Scleranthetea-Gesellschaft aufzufassen: Die Ammophila-Arten zeigen hier bereits Reliktkarakter, und das Trockenrasenelement ist mit zahlreichen Arten vertreten. Hingewiesen sei auch auf G. u. H. PASSARGE (1973), die ein eigenes "*Festucetum arenariae*" vorschlagen.

2) HEYKENA verzichtet grundsätzlich auf die Benennung seiner jeweils zu Blöcken zusammengefaßten Aufnahmen. Die soziologische Zuordnung des von H. veröffentlichten Tabellenmaterials erfolgte durch den Verf.

Elymo-Ammophiletum festucetosum arenariae

Tx. 1937

A = Variante von *Festuca ovina*B = Variante von *Galium littorale*

Tabellen-Nr. Aufnahme-Nr.	A							B								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1034 Kellenhusen (1831)	857 Bottsand (1527)	855 Bottsand (1527)	913 Wentorfer Schl. (1527)	858 Bottsand (1527)	859 Bottsand (1527)	852 Bottsand (1527)	1035 Kellenhusen (1832)	673 Grömitz (1831)	675 Grömitz (1831)	1032 Kellenhusen (1831)	1038 Grömitz (1831)	674 Grömitz (1831)	1037 Grömitz (1831)	1036 Grömitz (1831)	1033 Grömitz (1831)	1031 Grömitz (1831)

Artenanzahl der Kräuter	10	9	11	11	12	12	11	10	13	11	12	13	13	7	8
Artenanzahl der Moose	3	2	1	4	2	0	0	1	1	1	2	2	0	3	0
Artenanzahl der Flechten	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
mAz der Varianten	0	0	1	0	0	0	0	11; 2; 0	11; 2; 0	11; 2; 0	11; 2; 0	11; 2; 0	11; 2; 0	11; 1; 0	11; 1; 0
mAz der Subassoziation	80	70	80	70	65	80	80	60	70	90	90	80	80	70	70
Bedeckung durch Kräuter (%)	40	15	r	15	15	0	0	10	10	5	8	4	0	15	0
Bedeckung durch Moose (%)	0	0	+	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Bedeckung durch Flechten (%)	75; 12; r	76; 9; 0	76; 11; r												
mittlere Bedeckung i.d. Varianten (%)															
mittl. Bed. i.d. Subassoziation (%)															

Kennarten der Assoziation:	10	20	35	50	35	30	50	50	30	25	50	50	40	35	35
	60	30	45	20	5	30	40	10	20	40	50	1		10	

Trennarten der Subassoziation:	2	5	2	10	3	5	5	1	2	3	1	1	10	+
a) gleichzeitig Trennarten gegen das Elymo-Achileetum:	40	15	r	12	12			10	10	5	8	4	10	2
Corynephorus canescens	1	+	+	2	1	r		+	1	1	+	1	2	
MCeratodon purpureus	+	-	+	+	-	-	1	+	+	+	1	-	1	
Hypochoeris radicata														
Viola canina														

TA Festuca ovina s.str.	5	10	3	-	-	-	-	1	2	3	1	1	10	-
TAM Dicranum scoparium	+	-	-	-	-	-	-	2	3					
TA Jasione montana var. littoralis	1	2	-	-	-	-	-							
TB Chondrilla juncea	5	-	-	-	-	-	-							
b) übrige Trennarten der Subass.	10	15	10	3	3	10	4	10	2	1	1	+	10	5
Carex arenaria														2
TB Festuca rubra														
TB Galium verum var. littoralis														
TB Taraxacum officinale et laevig.														
TB Cerastium semidecandrum														
weitere Trennart A,														
Honckenya peploides														
übrige Kräuter:														

Elymus arenarius	1	+	+	+	+	+	1	2	1					
Epilobium angustifolium	+	+	+	+	+	+								
Agropyron x acutum														
Viola tricolor ssp. curtisiae														
Eryngium maritimum														
Campanula rotundifolia														
Hieracium pilosella														
Pimpinella saxifraga														
übriges Moos:														
Brachythecium albicans fo. julac.														

Außerdem kommen vor: in 1: M Polytrichum piliferum r; in 2: M Polytrichum juniperinum +; in 4: M Rhacomitrium canescens 1; Fl Cladonia spec. +; M Hypnum cupressiforme var lacunosum 1; in 6: Agropyron junceum 6; in 9: Erigeron acer r*; in 10: Hippophae rhamnoides Kr. r; in 11: Erophila verna +; M Brachythecium rutabulum +; in 13: Heracleum sphondylium r*; Erigeron canadensis +; Achillea millefolium +; in 14: Calamagrostis epigeios 2; M Syntrichia ruralis 6.

TA = Trennart der Einheit A ; TB = Trennart der Einheit B ; M = Moos; Fl = Flechte

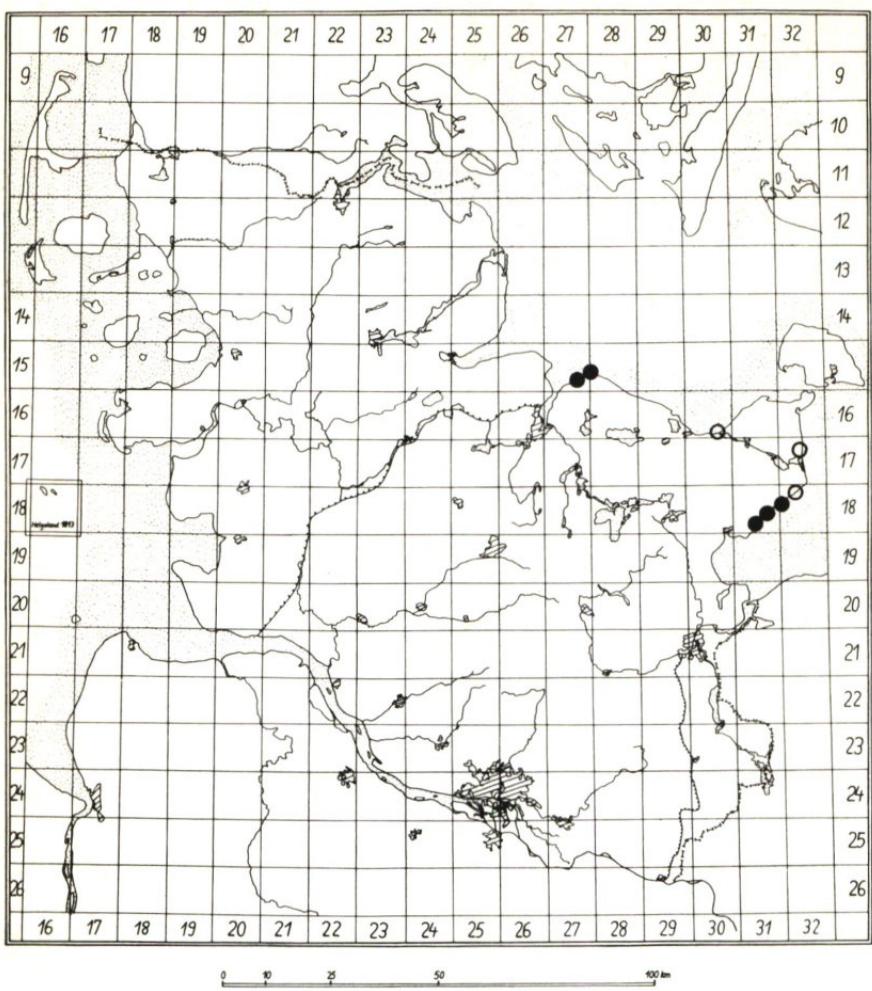


Abb. 5 Verbreitung des Elymo-Ammophiletum *festucetosum arenariae* (●) und seines Übergangs zum Elymo-Achilleetum (○)

Anders an der sh Ostseeküste: Hier wird das *Corynephoretum* zwar innerhalb der *Festuca arenaria*-Subassoziation in Gestalt von *Corynephorus* u.a. Arten gewissermaßen embryonal angelegt; das *Elymo-Ammophiletum* *festucetosum arenariae* entwickelt sich dann jedoch nicht zu einem ausdifferenzierten *Corynephoretum* weiter, sondern geht in eine *Festuca ovina*-Gesellschaft über.

Die von der sh Nordseeküste abweichenden Verhältnisse sind wahrscheinlich darin begründet, daß der Sandnachschub in den Dünen des USG bereits auf einer relativ frühen Stufe der Vegetationsentwicklung zum Erliegen kommt und damit *Festuca ovina* und andere gegen Übersandung empfindliche Arten schon mit dem Ausklang des *Elymo-Ammophiletum* gedeihen können. Anders sh Nordseeküste erfolgt unter dem Einfluß stärkerer Winde noch über einen längeren Zeitraum nach dem Ausklang des *Elymo-Ammophiletum* ein - wenn auch nur schwacher - Sandanflug. Dieser führt dazu, daß hier die *Ammophila*-Gesellschaft nicht von einem *Festuca ovina*-Rasen, sondern von einer *Corynephorus*-Gesellschaft und anschließend von einer *Empetrum nigrum*-Gesellschaft abgelöst wird.¹⁾ *Corynephorus* und *Empetrum* ertragen nicht nur eine mäßige Übersandung, sondern werden sogar durch eine leichte Sandverschüttung im Wachstum gefördert (vgl. u.a. HEYKENA 1965; WILMANNS 1973).

4. 3. 2. Das *Elymo-Achilleeum ass. nov.* (Vegetationsstabelle 5; Profiltabelle 3)

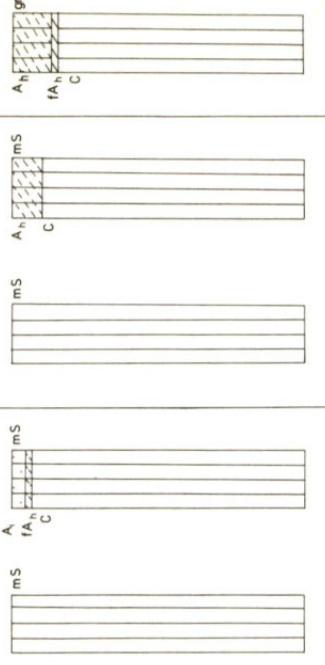
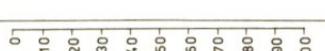
Bereits oben wurde darauf hingewiesen, daß im USG die Voraussetzungen für eine Dünenbildung nur an wenigen Punkten gegeben sind. Anders als etwa auf Amrum, auf Sylt oder an der jütischen Festlandsküste, wo Dünen das landschaftsbestimmende Element sind, wird der Charakter der Sandküste des USG in erster Linie von Strandwällen geprägt.

Reine Strandwälle, die keinerlei äolischer Übersandung unterliegen, sind relativ selten. Im Regelfall kommt es auch an den für eine Dünenbildung ungünstigen Küstenabschnitten noch zur Ausbildung von Primärdünen. Bei der in diesen Bereichen schwachen Sandanlieferung durch den Wind wird der Sand meist jedoch schon von den jeweils in vorderster Front stehenden Halmen von *Ammophila*, *Elymus* oder *Agropyron* abgefangen, so daß diese "Dünen" bereits zu einem frühen Zeitpunkt endgültig festgelegt werden. Sie überschreiten daher hier auch nur selten eine Höhe von einigen dm. Da sich die geringfügig von äolischem Sand überdeckten Strandwälle bezüglich ihrer Vegetation von den reinen Strandwällen nicht oder nicht wesentlich abheben, werden sie im folgenden in den Begriff "Strandwall" mit einbezogen.

Oben wurde dargelegt, daß sich innerhalb des *Elymo-Ammophiletum* mit

1) Möglich ist, daß unterschiedliche Sandqualitäten die verschiedenenartigen Gesellschaftsentwicklungen mitbedingen.

Profiltabelle 2

Vegetationstyp	Elymo-Ammophilietum festucetosum arenariae			Übergang zum Elymo-Achilleum
	Variante v. Festuca ovina s.str.	Variante v. Gallium litorale	Syrosem	
Bodenotyp	Syrosem	Syrosem	Syrosem	Ranker-Syrosem
Profil-Nr.	99	30	84	94
Fundort	Wentorfer Schleuse (1527)	Bottsand (1527)	Kellenhusen (1832)	Weissenhaus (1630)
Profilaufbau				
Wendaten				
Gluhverlust(%)	0-10 0,1 20-40 0,1 60-80 0,05	A _h 0,2 fAh 0,4 C ₂₀₋₄₀ 0,2	0-10 0,2 20-40 0,1 60-80 0,3	A _h 0,3 C ₂₀₋₄₀ 0,2 C ₆₀₋₈₀ 0,2
C [%] N [%]	•	•	•	•
pH (nKCl)	0-10 5,2 10-20 6,0 20-40 6,3 40-60 6,7 60-80 6,8	A _h 5,4 C ₁₀₋₂₀ 4,5 C ₂₀₋₄₀ 5,3 C ₄₀₋₆₀ 5,65 C ₆₀₋₈₀ 5,8	0-10 6,6 20-40 7,6 40-60 7,1 60-80 7,8	A _h 6,3 C ₁₀₋₂₀ 6,7 C ₂₀₋₄₀ 6,9 C ₄₀₋₆₀ 6,8 C ₆₀₋₈₀ 6,9
CaCO ₃ [%]	0-10 0,00 10-20 0,00 20-40 0,00 40-60 0,00 60-80 0,00	A _h 0,00 C ₁₀₋₂₀ 0,00 C ₂₀₋₄₀ 0,00 C ₄₀₋₆₀ 0,00 C ₆₀₋₈₀ 0,00	0-10 Spur 20-40 0,2 40-60 0,1 60-80 0,5	A _h 6,3 C ₁₀₋₂₀ 6,7 C ₂₀₋₄₀ 6,9 C ₄₀₋₆₀ 6,8 C ₆₀₋₈₀ 6,9
P ₂ O ₅ (mg/100g B)	0-10 1 20-40 2	A _h 2 C ₁₀₋₂₀ 2	0-10 2 20-40 2	A _h 3 C ₁₀₋₂₀ 2
K ₂ O (mg/100g B)	0-10 1 20-40 1	A _h 2 C ₁₀₋₂₀ 2	0-10 2 20-40 1	A _h 1 C ₂₀₋₄₀ 1 C ₆₀₋₈₀ 1

nachlassender Übersandung eine *Festuca rubra*-Subassoziation einstellt. Auch die Strandwälle tragen, sobald die Bodenoberfläche zur Ruhe gekommen ist, einen *Festuca rubra*-reichen Vegetationstyp. Dieser ist zwar bisweilen mit dem Elymo-Ammophiletum *festucetosum arenariae* durch gleitende Übergänge verbunden, unterscheidet sich jedoch in seinem Kern von dieser Einheit in grundlegenden Zügen.

Hinsichtlich der standörtlichen Gegebenheiten bestehen einige auffallende Unterschiede zwischen *Festuca rubra*-Düne und *Festuca rubra*-Strandwall:

1. Wie schon mehrfach erwähnt, ist das Elymo-Ammophiletum *festucetosum arenariae* einer zwar schwachen, aber doch kontinuierlichen äolischen Sandaufschüttung ausgesetzt. Die Oberfläche der Strandwälle bleibt demgegenüber dauernd oder doch für einen längeren Zeitraum stationär. Dies bedeutet, daß auf den Strandwällen bereits auf einer relativ frühen Sukzessionsstufe gegen Übersandung empfindliche Arten aufkommen können. Zu nennen sind in diesem Zusammenhang u.a. *Achillea millefolium*, *Plantago lanceolata*, *Sedum acre*, *Pimpinella saxifraga*, *Linaria vulgaris*, *Brachythecium albicans* fo. *juracea* und *Syntrichia ruralis*. Gegenüber dem Konkurrenzdruck dieser und einiger anderer Spezies sind offenbar *Ammophila arenaria* und *A. x baltica* nicht durchsetzungsfähig und spielen daher im Gesamtgefüge der *Festuca rubra*-Strandwall-Gesellschaft nur eine unbedeutende Rolle. Auch *Corynephorus*, ein Grundbestandteil des Elymo-Ammophiletum *festucetosum arenariae*, ist auf den *Festuca rubra*-Strandwällen nicht mehr konkurrenzfähig, wobei allerdings auch den unterschiedlichen Aziditätsverhältnissen Rechnung zu tragen ist.

2. Die Dünen enthalten als äolische Bildungen ein \pm sortiertes Material; die Strandwälle sind aus einem in weniger starkem Maße sortierten Material zusammengesetzt.

a. Dies gilt zunächst für die Korngrößenverhältnisse:

Dank der selektierenden Wirkung des Windes reichern sich in den Dünen des USG fast nur Körner mit einem Durchmesser $> 0,63$ mm an. Dabei überwiegt die Mittelsandfraktion ($\varnothing 0,63 - 0,2$ mm) bei weitem, während auf die Feinsandfraktion ($\varnothing 0,2 - 0,063$ mm) nur ca. 5 % entfallen.

Tabelle 2 Vergleich der Zusammensetzung des Feinbodens (Fraktion mit $\varnothing < 2$ mm) in der *Festuca rubra*-Düne (A) und dem *Festuca rubra*-Strandwall (B)

Einheit n		$\varnothing 2 - 0,63$	$\varnothing 0,63 - 0,2$	$\varnothing 0,2 - 0,063$	$\varnothing < 0,063$	mm
A	5	\bar{x} (%)	0,7	94,7	4,6	0,0
		Variationsbreite (%)	0,3 - 1,4	92,1 - 95,9	3,2 - 6,5	0 - 0,1
B	17	\bar{x} (%)	22,9	74,2	2,3	0,6
		Variationsbreite	2,2 - 80,1	19,7 - 96,5	0,1 - 17,0	0 - 9,3

Das Material der Strandwälle ist erheblich heterogener. Hier finden sich bisweilen bis an die Oberfläche reichende Gerölle ($\varnothing > 60$ mm) und Kiese ($\varnothing 60 - 2$ mm). Der Feinboden ($\varnothing < 2$ mm) besteht im Mittel nur zu ca. 75 % aus Mittelsand, während auf die Grobsandfraktion ($\varnothing 2 - 0,63$ mm) im Mittel ca. 20 % entfallen. In den einzelnen Profilen können die Anteile der Mittel- und der Grobsandfraktion erheblich von diesen Mittelwerten abweichen. Die Fraktion $< 0,2$ mm ist nur ausnahmsweise mit nennenswerten Anteilen vertreten. So wies das Profil 4 in der Tiefe von 15 - 17 cm zu 17 % Feinsand und zu 9,3 % Körner mit einem Durchmesser $< 0,063$ mm auf.

Hinweise darauf, daß innerhalb des hier untersuchten Rahmens unterschiedliche Korngrößen einen differenzierenden Einfluß auf die Vegetation haben, liegen nicht vor.

b. Der Wind trifft nicht nur bezüglich der Korngrößen, sondern auch hinsichtlich der Qualität der Körner eine Auslese.

Wieweit sich durch den Windtransport das Verhältnis zwischen Quarzkörnern und silikatischen Körnern verändert, wurde nicht untersucht. Was den relativen Anteil des Kalziumkarbonats anbetrifft, so konnten jedoch hochsignifikante Unterschiede zwischen *Festuca rubra*-Düne und *Festuca rubra*-Strandwall nachgewiesen werden:

Die *Festuca rubra*-Dünen zeigen allenfalls Spuren von CaCO_3 (vgl. Profiltab. 2), und auch in den dem Elymo-Ammophiletum *festucetosum* vorausgehenden Primärdünen überschreitet der Karbonatgehalt nirgends 0,6 % (vgl. Profiltab. 1).

Demgegenüber beläuft sich der CaCO_3 -Gehalt der Sande der *Festuca rubra*-Strandwälle in den meisten Fällen auf > 1 % und kann in den vorliegenden Profilaufnahmen bis auf > 11 % ansteigen (vgl. Profiltab. 3).

Die unterschiedlichen Kalkgehalte von *Festuca rubra*-Düne und *Festuca rubra*-Strandwall sind nicht etwa darin begründet, daß das Meer in den jeweiligen Küstenabschnitten verschieden große Mengen an Muschel- und Schneckenschalen angespült hätte. Vielmehr können die am Vorstrand angelieferten Muschel- und Schneckenschalen bzw. deren relativ große Bruchstücke aufgrund ihrer Größe und des damit verbundenen Gewichtes nicht mehr vom Winde erfaßt und transportiert werden.

Die unterschiedlichen Kalkgehalte schlagen sich in einer verschieden starken Pufferung gegenüber einem pH-Abfall nieder:

Zwar weisen die frisch vom Meer aufgeworfenen Strandwallsande als auch die frisch vom Winde herangetragenen Dünensande, wie bereits oben festgestellt, einheitlich pH-Werte um den Neutralpunkt oder oberhalb des Neutralpunktes auf. Dieser Reaktionsbereich wird jedoch in den kalkarmen Dünensanden sehr rasch durchlaufen, denn schon auf dem Stadium des Elymo-Ammophiletum *festucetosum arenariae* sinken die pH-Werte bis auf 5,2, und im Zuge der weiteren Entwicklung zur *Galium littorale*-*Festuca ovina*-Gesellschaft werden im A_h alsbald Werte unterhalb von 4,0 erreicht. Anderer-

TAB. 3 Pufferungskurven aus dem Bereich der Primärdünen, der Festuca rubra -Dünen (B) und der Festuca rubra -Strandwälle (D)

Vegetationseinheit	Profil -Nr.	Tiefe [cm]	CaCO ₃ [%]	pH nach Zusatz von				H ⁺ [10 ⁻⁷ g/(H ₂ O)] nach Zusatz von				Regressionsgerade ^{a)}	r	log a			
				0	1	2	4	8	16 n/1000 HCl	0	1	2	4	8			
Primärdünen im Bereich des	100	20 - 40	Spur	7,0	3,4	2,9	2,5	2,25	1,0	4000/12500/20000/35000/56000	0,06	160	1250	6300/20000/40000	y = 3405 x + 2916	0,97***	353
A Elymo - Ammophiletum festucetosum arenariae	95	0 - 10	0,13	8,25	4,8	3,9	3,2	2,7	2,4	0,06	160	1250	6300/20000/40000	y = 1644 x + 2398	0,99***	342	
	86	0 - 10	0,47	6,9	5,7	4,6	4,0	3,35	2,9	1,25	20	250	1000	4500/12500	y = 807 x - 1127	0,82*	291
B Elymo - Ammophiletum festucetosum arenariae	30	10 - 20	0,00	8,4	3,3	2,8	2,3	2,0	0,04	5000/16000/25000/50000	0,04	1000	4000/12500/25000	50000	y = 6232 x - 550	0,99***	390
	84	0 - 10	Spur	6,4	4,0	3,4	2,6	2,3	2,0	4	1000	4000/12500/25000	50000	y = 1210 x - 1275	0,99***	351	
	94	0 - 10	Spur	6,6	3,8	3,3	2,95	2,7	2,4	2,5	1600	5500/10000/20000	40000	y = 2448 x + 777	1,0 ***	339	
Übergang von A nach C	15	0 - 10	0,72	6,7	6,0	5,6	5,15	3,7	2,7	2	10	25	70	20000	y = 1228 x - 2663	0,91**	
Primärdünen im Bereich des	76	40 - 60	1,26	6,0	5,9	5,4	5,3	3,8	0,1	1,25	4,0	12,5	50	1600	y = 111 x + 297	0,98***	236
C Elymo - Achilleetum	16	0 - 10	1,32	8,4	6,65	6,5	6,2	5,7	4,8	0,04	2	3,15	6,3	20	y = 79 x + 376	0,84*	190
	6	0 - 10	1,70	7,5	6,7	6,2	5,9	5,6	4,8	0,32	2	6,3	12,5	25	y = 98 x - 15	0,95**	0,99
	2	0 - 10	4,23	7,8	5,9	5,6	5,2	5,0	5,7	0,16	1,25	2,5	6,3	10	y = 1,2 x + 0,5	0,99***	0,08
D Elymo - Achilleetum	65	4 - 20	0,67	7,1	6,2	5,8	4,6	3,8	3,1	1	6,3	16	250	1600	y = 503 x - 954	0,95**	270
	17	40 - 60	1,73	8,1	6,8	6,4	5,6	4,8	4,0	0,08	1,16	4	25	160	y = 62,1 x - 122,5	0,93**	179
	47	0 - 10	0,97	7,1	6,8	6,5	6,1	5,5	4,0	0,8	1,16	3,15	8	31,5	y = 60 x - 137	0,88**	178
	4	40 - 50	3,48	8,0	5,9	5,5	6,1	5,6	5,2	0,1	1,25	3,15	6,3	8	y = 1,5 x - 0,5	0,90**	0,08

^{a)} Dimensionen
y[10⁻⁷g H⁺/H₂O]
x[n/1000 HCl]

seits können sich die pH-Werte auch auf älteren, humusreicherden Strandwällen über Jahrzehnte (wenn nicht Jahrhunderte) konstant um den Neutralpunkt oder oberhalb des Neutralpunktes halten; in keinem der untersuchten *Festuca rubra*-Strandwälle wird ein pH von 6,6 unterschritten (vgl. Profiltab. 3).

Daß die Pufferung gegenüber einer pH-Absenkung im vorliegenden Fall in der Tat eine nahezu ausschließliche Funktion des CaCO_3 -Gehaltes ist, geht aus Abb. 5 hervor.

Für diese Darstellung wurde folgendes Verfahren entwickelt:

Von den Bodenproben wurden jeweils 10 g lufttrockenen Materials in 300 ml-Erlenmeyerkolben gegeben und mit 100 ml aqua dest. bzw. 100 ml 1, 2, 4, 8, 16 n/1000 HCl versetzt. Nach zweistündigem Schütteln auf der Schüttelmaschine maßen wir den pH-Wert der Suspension.

Die pH-Werte wurden entlogarithmiert und die aktuelle Azidität in $10^{-7} \text{g H}^+ / 1 \text{H}_2\text{O}$ (= "Spezifische Azidität" nach STEUBING 1965) wiedergegeben. Es ergab sich nunmehr für die einzelnen Bodenproben eine lineare Abhängigkeit der nach dem Schütteln festgestellten H^+ -Konzentration von der Stärke der HCl-Lösung¹⁾. Diese Beziehung wurde für jede Bodenprobe in Form einer Regressionsgeraden ausgedrückt (vgl. Tab. 3).

Es wäre nun möglich, den Regressionskoeffizienten a als Maß für die Pufferkapazität zu betrachten. Da die Wasserstoffionenkonzentration jedoch allgemein logarithmisch ($\text{pH} = -\log [\text{gH}^+ / 1 \text{H}_2\text{O}]$) angegeben wird, ist es sinnvoll, nicht a ($= \text{H}^+$ -Zunahme [$10^{-7} \text{g}/1 \text{H}_2\text{O}$]) bei Erhöhung der Stärke der HCl um 1 n/1000), sondern $\log a$ als Maß für die Pufferkapazität zu verwenden. Zwischen dem CaCO_3 -Gehalt des Bodens und $\log a$ besteht die in Abb. 6 dargestellte Korrelation. Wie aus dieser hervorgeht, besteht im USG eine so enge Beziehung zwischen der Pufferkapazität und dem CaCO_3 -Gehalt der Sande, daß hier der CaCO_3 -Gehalt als ausreichendes Maß für die Pufferung betrachtet werden kann.

Die unterschiedlichen pH-Verhältnisse von *Festuca rubra*-Düne und *Festuca rubra*-Strandwall sind offenbar nicht ohne Einfluß auf die Vegetation:

So treffen wir auf dem *Festuca rubra*-Strandwall eine Reihe von allgemein an basenreiche bzw. (sub)neutrale bis alkalische Substrate gebundene Spezies an: *Syntrichia* (= *Tortula*) *ruralis* (vgl. u. a. APINIS und LACIS 1936; v. KRUSENSTJERNA 1945; SJÖGREN 1964; FRAHM 1972), *Galium mollugo*, *Sedum acre*, *Pimpinella saxifraga*, *Ononis repens*, *Lathyrus sylvester* (vgl. u. a. OBERDORFER 1970).

1) Die Darstellung solcher Pufferkurven findet sich bereits bei ELLENBERG (1937), STEUBING (1965) u. a.

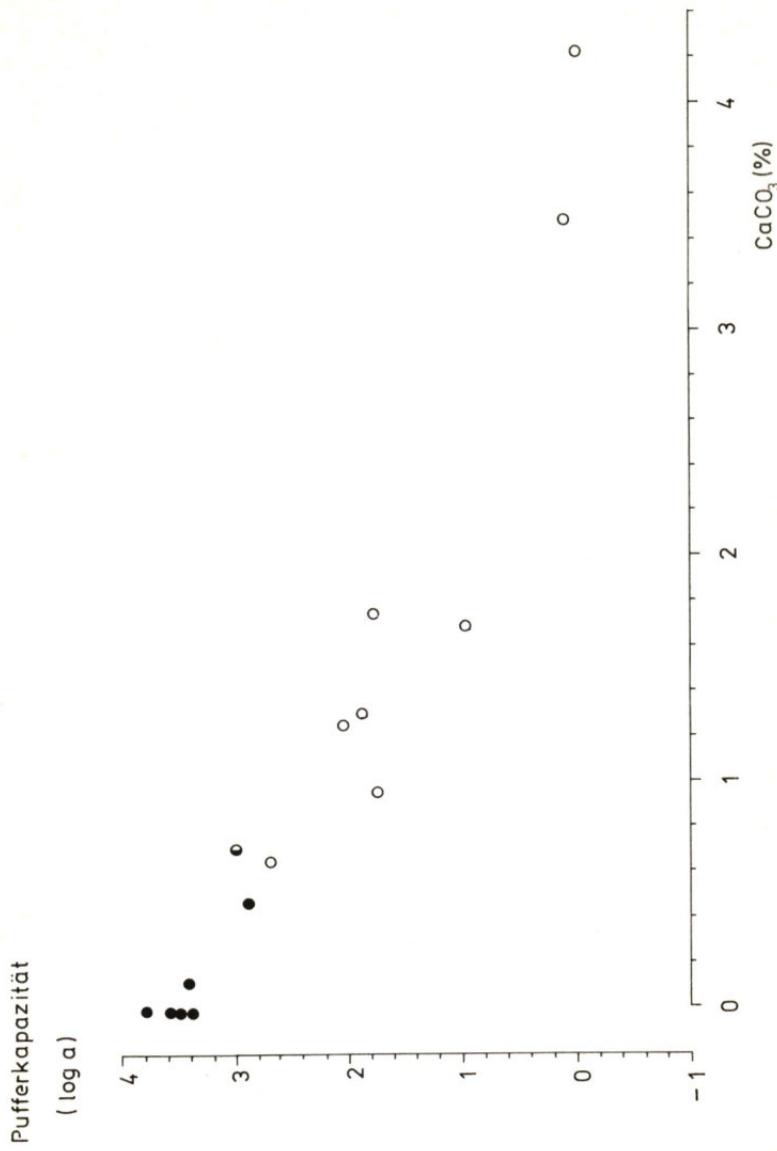


Abb. 6 Pufferung gegen einen pH-Abfall bei Sanden der Festuca rubra-Düne (●) und der Festuca rubra-Strandwälle (○) bzw. von Sanden der Primärdünen aus diesen Bereichen in Abhängigkeit vom Kalkgehalt (Erklärung im Text)

Auf der anderen Seite fehlen dem *Festuca rubra*-Strandwall Arten des Elymo-Ammophiletum *festucetosum arenariae*, die (zumindest unter natürlichen Bedingungen) als kalkmeidend einzustufen sind: *Corynephorus canescens*, *Viola canina*, *Jasione montana* (vgl. u.a. OBERDORFER 1970), *Dicranum scoparium* (vgl. u.a. APINIS und LACIS 1936; v. KRUSENSTJERNA 1945; SJÖGREN 1964; FRAHM 1972).

Die verschiedenen starke Pufferung von *Festuca rubra*-Strandwall und *Festuca rubra*-Düne dürfte auch die Geschwindigkeit der Vegetationsentwicklung bestimmen:

"Die Pufferung der Böden begünstigt die Stabilität der Pflanzengesellschaften und verlangsamt die pH-bedingten Vegetationsveränderungen" (BRAUN-BLANQUET 1964, S. 346). Es ist demnach anzunehmen, daß die Vegetation der *Festuca rubra*-Strandwälle stabiler ist als die der *Festuca rubra*-Dünen.

3. Der Humusgehalt der *Festuca rubra*-Strandwälle ist höher als der der *Festuca rubra*-Dünen:

Auf den Strandwällen ist in allen Fällen auch bereits morphologisch eine Humusanreicherung erkennbar. Die Farbe der oberen Profilbereiche schwankt zwischen hellgrau (z.B. in P 47) und schwarzgrau (z.B. in P 4), die Humusgehalte der rezenten Profile liegen zwischen 0,3 und 2,9 %. Je nach ihrem Humusgehalt wurden die Böden als Syrosem-Ranker (< 1 % Humus im A_h) oder Ranker (> 1 % Humus im A_h) angesprochen.

Die gegenüber der *Festuca rubra*-Düne relativ starke Anreicherung von organischer Substanz könnte durch drei Umstände erklärt werden:

- a. Die Strandwälle besitzen - zumindest für eine längere Zeitdauer - eine stationäre Oberfläche, welche eine Konzentration des Humus in den oberen Bodenschichten begünstigt.
- b. Die *Festuca rubra*-Gesellschaft der Strandwälle ist offensichtlich von höherer Konstanz (und wirkt daher länger auf den Boden ein) als das Elymo-Ammophiletum *festucetosum arenariae*, das mit dem Versiegen des Sandnachschnitts alsbald in eine *Festuca ovina*-Gesellschaft übergeht.
- c. Schließlich ist auch eine unterschiedlich starke Stoffproduktion beider Gesellschaften nicht auszuschließen.

Die Humusform ist dem "Mullartigen Moder" i.S. KUBIENAS (1953) zuzuordnen.

KUBIENA (1953) beschreibt diese Humusform folgendermaßen:

"Der Humus hat äußerlich ein mullartiges Aussehen, unterscheidet sich aber vom echten Mull dadurch, daß Humus- und Mineralteilchen als trennbare Elemente vorhanden sind. Sie sind gut vermischt, liegen aber nur in verhältnismäßig loser Bindung miteinander vor. Die Humusform kommt

zumeist in Böden vor, in denen die chemische Verwitterung und Tonbildung noch nicht so weit vorgeschritten ist, daß echte Mullbildung (Bildung von Ton-Humus-Komplexen! d. Verf.) eintreten kann. Der Geruch ist zumeist typisch moderartig. Äußerlich kann das Aussehen dem Mull so ähnlich sein, daß eine Unterscheidung nur auf mikroskopischem Wege möglich ist. Im allgemeinen ist aber der mullartige Moder durch seinen Mineralreichtum und gegenüber dem Mull durch die zumeist sandige Körnungsart und durch eine gewisse Rohheit und Unausgeglichenheit der Humusbildung (vgl. auch Geruch) leicht zu unterscheiden. Im feuchten Zustand geknetet zeigt er oft eine gewisse Plastizität . . ." (a.a.O., S. 47).

Es handelt sich bei den von KUBIENA angeführten Merkmalen um wesentliche Charakteristika der vorliegenden Humusform.

"Mullartiger Moder" i.S. KUBIENAs ist mehr oder weniger identisch mit "Sandmull" i.S. HOOVERs (vgl. u.a. SCHEFFER und ULRICH 1960; SCHLICHTING und BLUME 1966; AG BODENKUNDE 1971). V. ZEZ-SCHWITZ (1968), die AG BODENKUNDE (1971) u.a. hingegen verstehen unter "Mullartigem Moder" eine Übergangsform zwischen Mineralboden- und Auflagehumusformen.

Die gegenüber der Festuca rubra-Düne verstärkten Humusgehalte verbessern die Voraussetzungen für das Pflanzenwachstum in mehrfacher Hinsicht:

- a. Die Wasserkapazität des Bodens erhöht sich. Nach LINSER (1956; zit. n. SCHEFFER und ULRICH 1960) steigt die Wasserhaltefähigkeit des Bodens linear mit dem Humusgehalt an. SCHEFFER und ULRICH (1960) zufolge kann die Menge an pflanzenverfügbarem Wasser bei reinen Quarzsanden bereits durch einen Humusgehalt von 1 - 2% verdoppelt werden, was besonders bei einem (hier gegebenen) hohen Zersetzungssgrad der organischen Substanz gilt.
- b. Der absolute Gehalt an (Gesamt-) Stickstoff wird den fast humusfreier Sande übersteigen. Da im vorgegebenen Fall keine ungünstigen Verhältnisse bezüglich der N-Mineralisierung herrschen dürften als auf den Festuca rubra-Dünen - eher trifft das Gegenteil zu (höhere pH-Werte!) -, sind auf den Festuca rubra-Strandwällen auch aufgrund gestiegener Humusgehalte höhere Mengen an pflanzenverfügbarem N zu erwarten als auf den Festuca rubra-Dünen.
- c. In den praktisch tonfreien Küstensanden steigt der Gehalt an verfügbarem Phosphor und Kalium linear mit dem Humusgehalt an (vgl. Abb. 7 u. 8). Da sich diese Beziehungen bei der Galium littorale-Festuca ovina-Gesellschaft aufgrund der dortigen stärkeren Humusanreicherung klarer herausstellen lassen, sollen sie dort eingehender diskutiert werden.

$\text{mg P}_2\text{O}_5(\text{Laktat})/100 \text{ g Boden}$

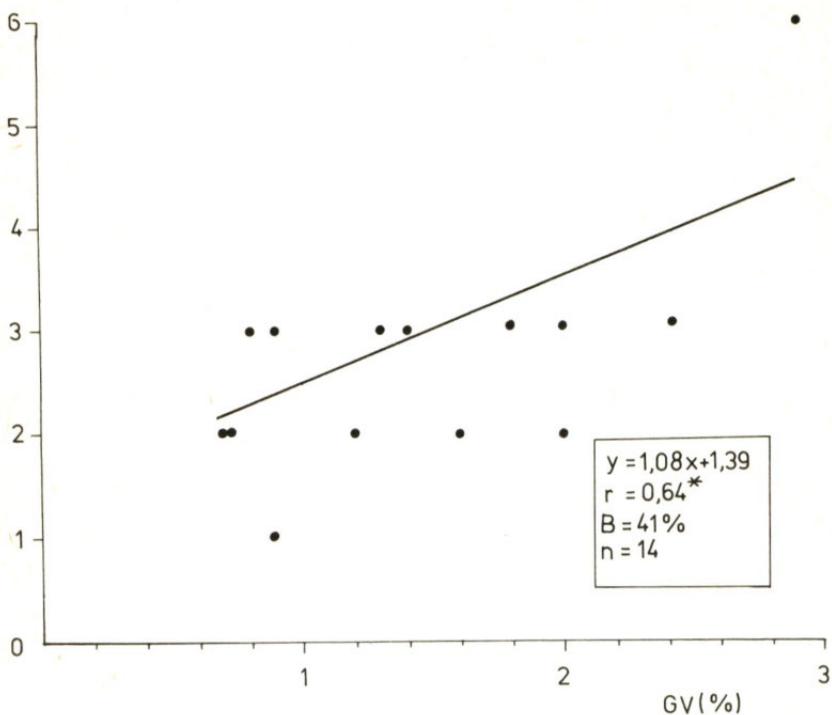


Abb. 7 Elymo-Achilleetum: Abhängigkeit der laktatlöslichen Phosphorkonzentrationen vom Humusgehalt

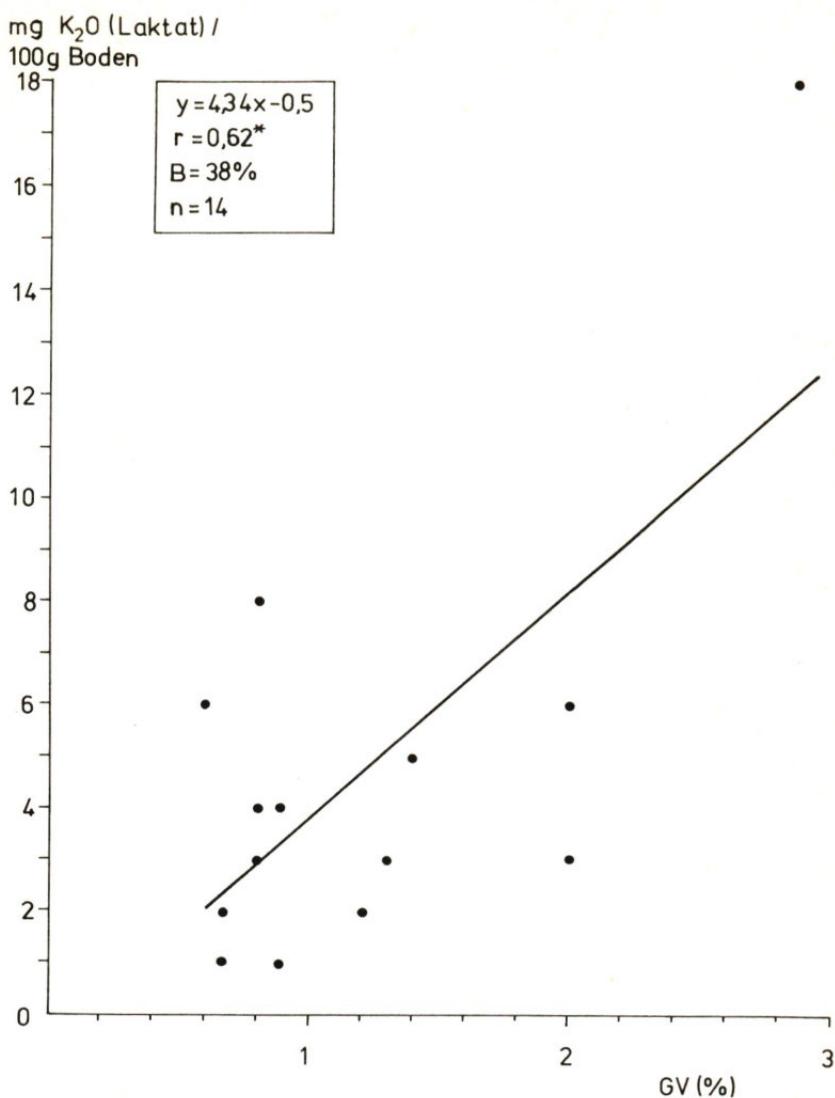


Abb. 8 Elymo-Achilleetum: Abhängigkeit der laktatlöslichen Kaliumkonzentrationen vom Humusgehalt

Wie stark sich die unterschiedliche Konstellation ökologischer Faktoren in der Vegetation niederschlägt, zeigt die folgende Gegenüberstellung der Vertreter der Charakteristischen Artenkombinationen des Ammophiletum festucetosum arenariae (A) und der Festuca rubra - Strandwallgesellschaft (B):

	A	B
in A und B zur Char. Ak. gehörend:		
Festuca rubra	72;6	100;23
Carex arenaria	100;7	81;4
Honckenya peploides	56;+	53;4
Elymus arenarius	52;+	97;3

Trennarten A gegen B:

Ammophila arenaria	93;34	(27;1)
Corynephorus canescens	89;4	(9;+)
Ammophila x baltica	84;24	(16;3)
Hypochoeris radicata	77;1	
Ceratodon purpureus (M)	75;8	(8;1)
Galium verum var. littorale	72;3	(23;3)
Viola canina	57;+	
Festuca ovina s.str.	43;2	(6;1)

Kennarten B u. Trennarten B gegen A:

Achillea millefolium	(6;r)	91;5
Agropyron repens		76;1
Plantago lanceolata		66;1
Galium mollugo		64;10
Taraxacum officinale	(39;+)	57;1
Brachythecium albicans fo. julacea (M)	(11;1)	51;8
Sedum acre		50;3
Poa pratensis ssp. pratensis		50;1
Eryngium maritimum	(27;+)	48;1
Pimpinella saxifraga	(11;+)	42;2
Linaria vulgaris		40;2
Syntrichia ruralis (M)		36;10
Dactylis glomerata		33;1
Ononis repens		32;3
Rumex crispus		32;r

M = Moos; Zahl vor dem Semikolon = Stetigkeit in %; Zahl hinter dem Semikolon = mittlere Bedeckung in %; Arten mit in Klammern gesetzten Zahlen = nicht zur Char. Ak. gehörend

Nur vier Arten sind den Charakteristischen Artenkombinationen beider Gesellschaften gemeinsam, und auch diese Spezies weisen von Einheit zu Einheit verschiedene Deckungsgrade auf: So zeigen Festuca rubra, Honckenya peploides und Elymus arenarius höhere Deckungsgrade in Einheit B, wobei

die höheren Deckungsgrade der beiden letztgenannten Arten in Verein mit *Agropyron repens*, *Rumex crispus* und *Linaria vulgaris* auf einen vergleichsweise günstigeren Stickstoffhaushalt der *Festuca rubra*-Strandwälle hindeuten könnten.

Die Vegetation der *Festuca rubra*-Einheit der Strandwälle hebt sich aufgrund ihrer gesamten Artenkombination eindeutig von sämtlichen übrigen Gesellschaften des USG ab. Als lokale Kennarten der Gesellschaft kommen *Syntrichia ruralis* und *Brachythecium albicans* fo. *juracea* in Betracht. Da diese Spezies jedoch nur in einem Teil der Aufnahmen vorkommen, müssen zu einer in jedem Falle eindeutigen Ansprache der Einheit noch eine Reihe von Trennarten herangezogen werden (vgl. Vegetationstab. 5).

Aus der Literatur ist uns kein Vegetationstyp bekannt, dem die vorliegende Einheit zwangslässig zugeordnet werden könnte. (Allenfalls bestehen gewisse Verbindungen zum *Tortulo-Phleetum arenarii* Br.-Bl. et De Leeuw 1936). Die Artenverbindung der *Festuca rubra*-Strandwälle wird daher als neue Assoziation gefaßt. Diese wird mit der Bezeichnung "*Elymo-Achilleetum*"¹⁾ belegt.

Synsystematisch ist diese Assoziation den *Sedo-Scleranthetea* Br.-Bl. 1955 zuzuweisen (Klassenkennarten u.a.: *Brachythecium albicans*, *Syntrichia ruralis*?, *Sedum acre*, *Cladonia furcata*, *Trifolium arvense*, *Hieracium pilosella*, *Armeria elongata* var. *intermedia*); innerhalb der Klasse ist die Einheit zur Ordnung *Corynephoretalnia canescantis* Tx. 1937 em. Krausch 1962 zu stellen (Ordnungskennart: *Carex arenaria*), innerhalb der Ordnung schließlich in den Verband *Koelerion albescantis* Tx. 1937 (Verbandskennarten: *Galium verum* var. *littorale*, *Viola tricolor* ssp. *curtisii*, *Erodium glutinosum*).

Zugestanden werden muß allerdings, daß sich die Assoziation bereits an der Peripherie der *Sedo-Scleranthetea* befindet. Dies belegt einerseits das nicht übermäßige Hervortreten von Kennarten dieser Klasse, zum anderen das Auftreten von Elementen der *Molinio-Arrhenatheretea* Tx. 1937 (*Achillea millefolium*, *Taraxacum officinale*, *Plantago lanceolata*, *Poa pratensis*, *Arrhenatherum elatius*, *Galium mollugo*), der *Plantaginetea* Tx. et Prsg. 1950 (*Agropyro-Rumicion-Arten* *Rumex crispus*, *Potentilla reptans*; *Honckenyo-Elymion-Art* *Elymus arenarius*) sowie der *Agopyretea* *repentis* Oberd., Th. Müll. et Görs apud Oberd. u. Mitarb. 1967 (*Agropyron repens*).

Das *Elymo-Achilleetum* läßt sich in zwei Subassoziationen gliedern:

- a. in die "Subassoziation von *Pimpinella saxifraga*";
- b. in die "Subassoziation von *Sedum acre*".

1) EIGNER (1973) griff bereits auf unser Manuskript zurück. Die korrekte Bezeichnung der Einheit lautet daher: "*Elymo-Achilleetum* (MÖLLER Msgr. apud EIGNER 1973) ass. nov."

Die erstgenannte Einheit verkörpert gewissermaßen den "Normalfall" der Assoziation. Sie unterscheidet sich von der Sedum acre-Subassoziation durch die Trennarten *Arrhenatherum elatius*, *Pimpinella saxifraga*, *Am-mophila arenaria*, *Poa pratensis* ssp. *angustifolia*. Sie läßt sich in zwei Varianten gliedern: in eine mit den Trennarten *Calamagrostis epigeios* (gleichzeitig Trennart der Subassoziation), *Galium mollugo*, *Lathyrus sylvestris* ("Variante von *Galium mollugo*") und in eine zweite mit den Trennarten *Galium verum* var. *littorale*, *Plantago lanceolata*, *Convolvulus arvensis*, *Armeria elongata* var. *intermedia* ("Variante von *Galium littorale*").

Die Variante von *Galium mollugo* ist in erster Linie an der schleswigschen Küste vertreten, während die Variante von *Galium littorale* auf die Küste zwischen Neustadt und Großenbrode beschränkt ist. Auffallend ist, daß *Galium verum* innerhalb des schleswigschen Teiles des USG in keinem einzigen Stück festgestellt werden konnte. Die Angabe von JÖNS (1953), nach der dieses Taxon auf den Strandwällen des (ehemaligen) Kreises Eckernförde häufig sei, ließ sich nicht bestätigen. Offenbar liegt eine Verwechselung mit *Galium mollugo* ssp. *littorale* Werner Christiansen emend. Willi Christiansen vor (vgl. CHRISTIANSEN 1953). Es ist ferner hervorzuheben, daß an der holsteinischen Ostseeküste, an der beide *Galium*-Arten auftreten, *Galium mollugo* und *Galium verum* an keinem einzigen Ort gleichzeitig angetroffen wurden.

Ob der Differenzierung der Subassoziation von *Pimpinella saxifraga* in die beiden Varianten klimatische, edaphische oder anthropogene Faktoren (z. B. könnte Vertritt das Auftreten von *Plantago lanceolata* begünstigen) zugrundeliegen, bedarf noch eingehenderer Untersuchungen. Erwähnt werden muß in diesem Zusammenhang, daß *Calamagrostis epigeios* z. B. bei Rettin und Pelzerhaken auch in unmittelbarer Nähe der *Galium littorale*-Variante massenhaft gedeiht, und daß *Galium mollugo*, eine Art mit eurassubozean Verbreitungstendenz, nicht nur im (mehr atlantisch geprägten) schleswigschen Raum, sondern auch im regenärmlsten Teil des Landes, auf einem Strandwall im Norden Fehmarns, reichlich vorkommt.

Das Verhalten von *Convolvulus arvensis* im USG scheint hingegen klimatisch bedingt zu sein: Die Art dringt hier in *Festuca rubra*- oder *Festuca ovina*-reiche Gesellschaften nur in dem Gebiet mit einer jährlichen Niederschlagssumme < 600 mm ein. In die gleiche Richtung weist die Beobachtung WEBERS (1967), nach der *Convolvulus arvensis* in den sh Knicks ein deutliches Massengefälle vom (relativ kontinentalen) SO zum (relativ atlantischen) NW erkennen läßt.

In beiden Varianten der *Pimpinella*-Subassoziation zeichnen sich die unmittelbar auf den Vorstrand folgenden Bereiche durch das Auftreten von *Honckenya peploides*, *Cirsium arvense*, *Rumex crispus* und *Potentilla reptans* aus ("Subvarianten von *Cirsium arvense*"). In dem Erscheinen dieser Arten schlägt sich wahrscheinlich eine relativ günstige

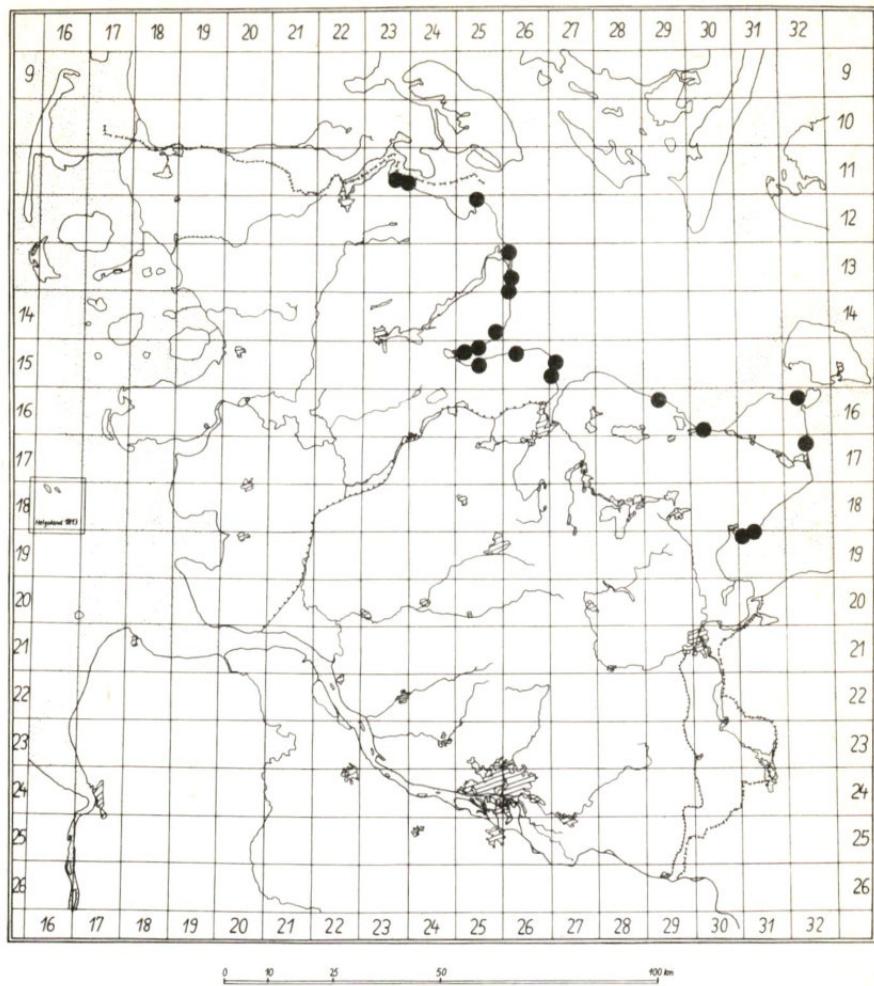


Abb. 9 Verbreitung des Elymo-Achilleetum

Versorgung mit Stickstoff nieder, wobei N seinen Ursprung in dem vom Vorstrand herbeigewehrten Tang- und Seegrasmaterial haben dürfte.

Auf die Subvarianten von *Cirsium arvense* folgen landeinwärts trennartenfreie Subvarianten, in denen die eben genannten Stickstoffzeiger ausgeschaltet sind.

Innerhalb der Variante von *Galium mollugo* wurde noch eine "Subvariante von *Scabiosa columbaria*" mit den Trennarten *Scabiosa columbaria*, *Thymus pulegioides* und *Luzula campestris* ausgeschieden. Diese auf einem relativ alten Strandabschnitt bei Hemmelmark siedelnde Einheit enthält bereits eine Anzahl von Elementen seit längerer Zeit ruhender humusreicherer Böden (vgl. P 4) und leitet damit schon zur *Galium littorale*-*Festuca ovina*-Gesellschaft über. Zu nennen sind in diesem Zusammenhang vor allem *Thymus pulegioides*, *Luzula campestris*, *Hieracium pilosella*, *Campanula rotundifolia* und *Hypnum cupressiforme* var. *lacunosum*. Daß der Boden der vorliegenden Subvariante dennoch einen höheren Basengehalt, in diesem Fall Kalkgehalt, aufweist (vgl. P 4), wird in überzeugender Weise durch *Scabiosa columbaria* und *Ononis repens* dokumentiert (vgl. OBERDORFER 1970).

Bereits die Subassoziation von *Pimpinella saxifraga* wird infolge häufigen Begehens durch Strandbesucher streckenweise stärker vertreten, was offensichtlich die an relativ offene Böden gebundenen *Moose Syntrichia ruralis* und *Brachythecium albicans* fo. *julacea* begünstigt. Diese Spezies sind auf Strandwällen mit ungestörter, dichtgeschlossener Vegetationsdecke einem starken Konkurrenzdruck anderer Arten ausgesetzt und dürften unter natürlichen Verhältnissen allenfalls in der Anfangsphase des *Elymo-Achilleetum* eine Rolle spielen.

Bei intensivem tierischen oder menschlichen Vertritt bildet sich die "Subassoziation von *Sedum acre*" heraus. Diese Einheit ist allgemein durch die namengebende Art sowie durch *Eryngium maritimum* charakterisiert, beides typische Vertreter offener Böden. Läßt der störende Einfluß wieder etwas nach, dann finden sich *Cladonia furcata*, *Trifolium arvense*, *Lotus corniculatus*, *Erodium glutinosum* und *Leontodon autumnalis* ein, die als Trennarten einer "Subvariante von *Cladonia furcata*" figurieren.

In der *Sedum*-Subassoziation tritt der Trockenrasen-Charakter stärker zutage als in der Subassoziation von *Pimpinella saxifraga*, was vor allem in dem massierten Auftreten von *Sedum acre*, *Cladonia furcata* und *Trifolium arvense* zum Ausdruck kommt.

Es ist anzunehmen, daß sich die Subassoziation von *Sedum acre* nach einem Aufhören der Störung wiederum zur *Pimpinella*-Subassoziation zurückentwickelt.

Elymo-Achilleetum (Möller Mskr. apud Eigner 1973) ass. nov.

A = Subassoziation v. *Pimpinella saxifraga*

B=Subassoziation v. Sedum acre

AI = Variante v Galium mollugo

AIA = Subvariante v. *Cirsium arvense*

AI b = trennartenfreie Subvariante

AIc=Subvariante v. *Scabiosa columbaria*

AII=Variante v. Galium littorale

Alla=Subvar. v. *Cirsium arvense*

AII b=trennartenfreie Subvar.

BI = trennartenfreie Variante

IX. Variante u. Gläserne fur

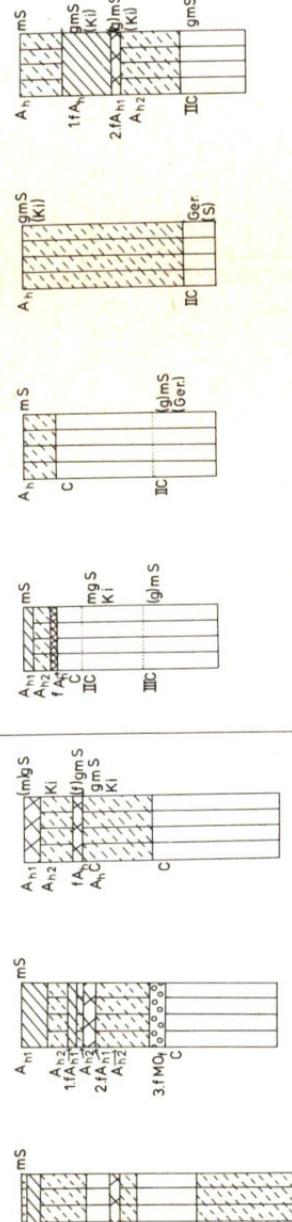
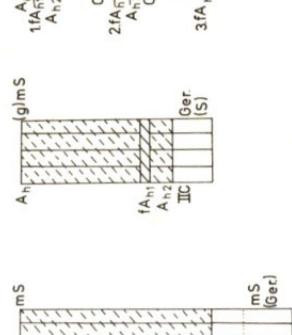
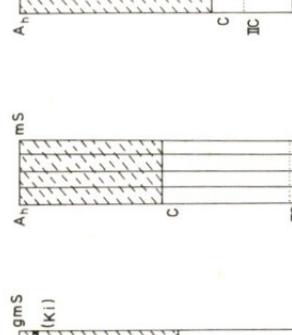
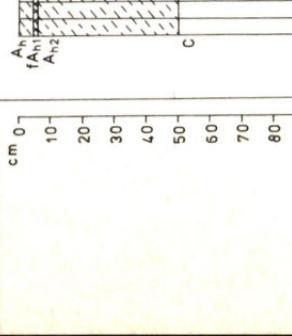
BII_Variante_v_Claudia_Breuer

Tabellen -Nr.
Aufnahme -Nr.

Aufnahme-Ort

Außerdem kommen vor: je dreimal: *Rubus caesius* in 9 1, in 12 12, in 21 4, *Artemisia vulgaris* in 9 1, in 17 r., in 37 +, *Sedum purpureum* in 11 +, in 21 +, in 26 +, *Glechoma hederacea* in 16 2, in 21 1, in 30 1, *Vicia cracca* in 21 +, in 26 +, in 33 +, *Tragopogon pratensis* in 29 +, in 37 1, in 38 +, je zweimal: *Chrysanthemum vulgare* in 4 1, in 6 2, *Cynoglossum officinale* in 4 2, in 11 3, *Trifolium repens* in 6 +, in 45 +, *Prunus spinosa* Kr. in 7 +, in 12 5, *Knautia arvensis* in 12 1, in 14 6, *Acer pseudoplatanus* Kr. in 13 +, in 16 +, *Lolium perenne* in 14 +, in 47 10, *Ranunculus bulbosus* in 14 +, in 48 1, *Cerastium holosteoides* in 19 +, in 28 +, *Hypericum perforatum* in 19 +, in 35 +, *Equisetum hiemale* in 22 +, in 31 5, M *Brachythecium rutabulum* in 13 5, in 18 1, je einmal: *Festuca arundinacea* in 6 5, *Melilotus altissimus* in 6 +, *Lathyrus pratensis* in 10 1, *Senecio viscosus* in 11 +, *Cakile maritima* in 11 +, *Crataegus monogyna* Kr. in 12 1, *Ranunculus acer* in 15 +, *Astragalus glycyphyllos* in 15 1, *Geranium pusillum* in 15 +, *Heracleum sphondylium* in 15 +, *Cirsium vulgare* in 15 +, *Quercus robur* Kr. in 16 5, *Rubus idaeus* in 18 2, *Mercurialis perennis* in 21 +, *Centaurea jacea* in 24 +, *Carex hirta* in 24 +, *Avena pubescens* in 25 1, *Anchusa officinalis* in 26 +, *Senecio vulgaris* in 28 r., *Anthoxanthum odoratum* in 28 +, *Festuca pratensis* in 29 +, *Linum catharticum* in 29 +, *Agrimonia eupatoria* in 29 +, *Pastinaca sativa* in 30 +, *Oenothera biennis* in 31 +, *Lathyrus maritimus* in 32 2, *Hieracium umbellatum* in 32 1, *Plantago maritima* in 33 +, *Lepidium latifolium* in 33 +, *Matricaria inodora* var. *salina* in 37 +, *Crambe maritima* in 40 +, *Daucus carota* in 40 1, *Erigeron acer* in 43 2, *Geranium molle* in 43 +, *Galium x ochroleucum* in 43 5, *Rosa rugosa* in 44 +, *M. Bryum capillare* in 23 15, M *Lophocolea bidentata* in 24 r., M *Dicranum scoparium* in 25 10, M *Pleurozium schreberi* in 25 3, M *Scleropodium purum* in 26 2, M *Bryum caespiticium* in 44 5, Fl *Cladonia scabriuscula* in 26 r., Fl *Cladonia chlorophcea* in 39 2, Fl *Peltigera rufescens* in 43 +.

TAss-Trennart der Assoziation gegen das Elymo-Ammophiletum festucetosum arenariae, V=Kennart des Koelerion albescentis, K=Kennart des Sedo-Scleranthetea, M=Moo, Fl=Flechte.

Vegetationstyp	Subassoziation von Pimpinella saxifraga						Subassoziation von Sedum acre						
	Syrosem -Ranker	Syrosem -Ranker	Syrosem -Ranker	Ranker	Ranker	Ranker	Syrosem -Ranker	Syrosem -Ranker	Syrosem -Ranker	Syrosem -Ranker	Syrosem -Ranker	Syrosem -Ranker	
Bodentyp	14	17	47	80	65	62	4	35	1	3	8	8	
Fundort	Hohenstein (1525)	Langholz (1425)	Bockholmwick (1123)	Süssau (1732)	Alt-Bülk (1527)	Strande (1527)	Hemmelmark (1525)	Schildstrand (1530)	Schönhagen (1326)	Schwansen See (1326)	Behrensdorf (1629)		
Profilaufbau													
Messdaten	Gluhverlust(%)	A_h fA_h1 A_h2,10-20	A_h,10-20 0,6	A_h,0-10 0,3	A_h,0-10 0,4	A_h,20-35 1,4	1,2 0,5	A_h1 A_h2 A_h3 A_h4 A_h5 A_h6 A_h7 A_h8 A_h9 A_h10 A_h11 A_h12 A_h13 A_h14 A_h15 A_h16 A_h17 A_h18 A_h19 A_h20 A_h21 A_h22 A_h23 A_h24 A_h25 A_h26 A_h27 A_h28 A_h29 A_h30 A_h31 A_h32 A_h33 A_h34 A_h35 A_h36 A_h37 A_h38 A_h39 A_h40 A_h41 A_h42 A_h43 A_h44 A_h45 A_h46 A_h47 A_h48 A_h49 A_h50 A_h51 A_h52 A_h53 A_h54 A_h55 A_h56 A_h57 A_h58 A_h59 A_h60 A_h61 A_h62 A_h63 A_h64 A_h65 A_h66 A_h67 A_h68 A_h69 A_h70 A_h71 A_h72 A_h73 A_h74 A_h75 A_h76 A_h77 A_h78 A_h79 A_h80 A_h81 A_h82 A_h83 A_h84 A_h85 A_h86 A_h87 A_h88 A_h89 A_h90 A_h91 A_h92 A_h93 A_h94 A_h95 A_h96 A_h97 A_h98 A_h99 A_h100 A_h101 A_h102 A_h103 A_h104 A_h105 A_h106 A_h107 A_h108 A_h109 A_h110 A_h111 A_h112 A_h113 A_h114 A_h115 A_h116 A_h117 A_h118 A_h119 A_h120 A_h121 A_h122 A_h123 A_h124 A_h125 A_h126 A_h127 A_h128 A_h129 A_h130 A_h131 A_h132 A_h133 A_h134 A_h135 A_h136 A_h137 A_h138 A_h139 A_h140 A_h141 A_h142 A_h143 A_h144 A_h145 A_h146 A_h147 A_h148 A_h149 A_h150 A_h151 A_h152 A_h153 A_h154 A_h155 A_h156 A_h157 A_h158 A_h159 A_h160 A_h161 A_h162 A_h163 A_h164 A_h165 A_h166 A_h167 A_h168 A_h169 A_h170 A_h171 A_h172 A_h173 A_h174 A_h175 A_h176 A_h177 A_h178 A_h179 A_h180 A_h181 A_h182 A_h183 A_h184 A_h185 A_h186 A_h187 A_h188 A_h189 A_h190 A_h191 A_h192 A_h193 A_h194 A_h195 A_h196 A_h197 A_h198 A_h199 A_h200 A_h201 A_h202 A_h203 A_h204 A_h205 A_h206 A_h207 A_h208 A_h209 A_h210 A_h211 A_h212 A_h213 A_h214 A_h215 A_h216 A_h217 A_h218 A_h219 A_h220 A_h221 A_h222 A_h223 A_h224 A_h225 A_h226 A_h227 A_h228 A_h229 A_h230 A_h231 A_h232 A_h233 A_h234 A_h235 A_h236 A_h237 A_h238 A_h239 A_h240 A_h241 A_h242 A_h243 A_h244 A_h245 A_h246 A_h247 A_h248 A_h249 A_h250 A_h251 A_h252 A_h253 A_h254 A_h255 A_h256 A_h257 A_h258 A_h259 A_h260 A_h261 A_h262 A_h263 A_h264 A_h265 A_h266 A_h267 A_h268 A_h269 A_h270 A_h271 A_h272 A_h273 A_h274 A_h275 A_h276 A_h277 A_h278 A_h279 A_h280 A_h281 A_h282 A_h283 A_h284 A_h285 A_h286 A_h287 A_h288 A_h289 A_h290 A_h291 A_h292 A_h293 A_h294 A_h295 A_h296 A_h297 A_h298 A_h299 A_h299 A_h300 A_h301 A_h302 A_h303 A_h304 A_h305 A_h306 A_h307 A_h308 A_h309 A_h310 A_h311 A_h312 A_h313 A_h314 A_h315 A_h316 A_h317 A_h318 A_h319 A_h320 A_h321 A_h322 A_h323 A_h324 A_h325 A_h326 A_h327 A_h328 A_h329 A_h330 A_h331 A_h332 A_h333 A_h334 A_h335 A_h336 A_h337 A_h338 A_h339 A_h340 A_h341 A_h342 A_h343 A_h344 A_h345 A_h346 A_h347 A_h348 A_h349 A_h350 A_h351 A_h352 A_h353 A_h354 A_h355 A_h356 A_h357 A_h358 A_h359 A_h360 A_h361 A_h362 A_h363 A_h364 A_h365 A_h366 A_h367 A_h368 A_h369 A_h370 A_h371 A_h372 A_h373 A_h374 A_h375 A_h376 A_h377 A_h378 A_h379 A_h380 A_h381 A_h382 A_h383 A_h384 A_h385 A_h386 A_h387 A_h388 A_h389 A_h390 A_h391 A_h392 A_h393 A_h394 A_h395 A_h396 A_h397 A_h398 A_h399 A_h399 A_h400 A_h401 A_h402 A_h403 A_h404 A_h405 A_h406 A_h407 A_h408 A_h409 A_h410 A_h411 A_h412 A_h413 A_h414 A_h415 A_h416 A_h417 A_h418 A_h419 A_h420 A_h421 A_h422 A_h423 A_h424 A_h425 A_h426 A_h427 A_h428 A_h429 A_h430 A_h431 A_h432 A_h433 A_h434 A_h435 A_h436 A_h437 A_h438 A_h439 A_h440 A_h441 A_h442 A_h443 A_h444 A_h445 A_h446 A_h447 A_h448 A_h449 A_h450 A_h451 A_h452 A_h453 A_h454 A_h455 A_h456 A_h457 A_h458 A_h459 A_h460 A_h461 A_h462 A_h463 A_h464 A_h465 A_h466 A_h467 A_h468 A_h469 A_h470 A_h471 A_h472 A_h473 A_h474 A_h475 A_h476 A_h477 A_h478 A_h479 A_h480 A_h481 A_h482 A_h483 A_h484 A_h485 A_h486 A_h487 A_h488 A_h489 A_h490 A_h491 A_h492 A_h493 A_h494 A_h495 A_h496 A_h497 A_h498 A_h499 A_h499 A_h500 A_h501 A_h502 A_h503 A_h504 A_h505 A_h506 A_h507 A_h508 A_h509 A_h510 A_h511 A_h512 A_h513 A_h514 A_h515 A_h516 A_h517 A_h518 A_h519 A_h520 A_h521 A_h522 A_h523 A_h524 A_h525 A_h526 A_h527 A_h528 A_h529 A_h530 A_h531 A_h532 A_h533 A_h534 A_h535 A_h536 A_h537 A_h538 A_h539 A_h540 A_h541 A_h542 A_h543 A_h544 A_h545 A_h546 A_h547 A_h548 A_h549 A_h550 A_h551 A_h552 A_h553 A_h554 A_h555 A_h556 A_h557 A_h558 A_h559 A_h560 A_h561 A_h562 A_h563 A_h564 A_h565 A_h566 A_h567 A_h568 A_h569 A_h570 A_h571 A_h572 A_h573 A_h574 A_h575 A_h576 A_h577 A_h578 A_h579 A_h580 A_h581 A_h582 A_h583 A_h584 A_h585 A_h586 A_h587 A_h588 A_h589 A_h589 A_h590 A_h591 A_h592 A_h593 A_h594 A_h595 A_h596 A_h597 A_h598 A_h599 A_h599 A_h600 A_h601 A_h602 A_h603 A_h604 A_h605 A_h606 A_h607 A_h608 A_h609 A_h610 A_h611 A_h612 A_h613 A_h614 A_h615 A_h616 A_h617 A_h618 A_h619 A_h620 A_h621 A_h622 A_h623 A_h624 A_h625 A_h626 A_h627 A_h628 A_h629 A_h630 A_h631 A_h632 A_h633 A_h634 A_h635 A_h636 A_h637 A_h638 A_h639 A_h640 A_h641 A_h642 A_h643 A_h644 A_h645 A_h646 A_h647 A_h648 A_h649 A_h650 A_h651 A_h652 A_h653 A_h654 A_h655 A_h656 A_h657 A_h658 A_h659 A_h660 A_h661 A_h662 A_h663 A_h664 A_h665 A_h666 A_h667 A_h668 A_h669 A_h670 A_h671 A_h672 A_h673 A_h674 A_h675 A_h676 A_h677 A_h678 A_h679 A_h680 A_h681 A_h682 A_h683 A_h684 A_h685 A_h686 A_h687 A_h688 A_h689 A_h689 A_h690 A_h691 A_h692 A_h693 A_h694 A_h695 A_h696 A_h697 A_h698 A_h699 A_h699 A_h700 A_h701 A_h702 A_h703 A_h704 A_h705 A_h706 A_h707 A_h708 A_h709 A_h710 A_h711 A_h712 A_h713 A_h714 A_h715 A_h716 A_h717 A_h718 A_h719 A_h720 A_h721 A_h722 A_h723 A_h724 A_h725 A_h726 A_h727 A_h728 A_h729 A_h729 A_h730 A_h731 A_h732 A_h733 A_h734 A_h735 A_h736 A_h737 A_h738 A_h739 A_h739 A_h740 A_h741 A_h742 A_h743 A_h744 A_h745 A_h746 A_h747 A_h748 A_h749 A_h749 A_h750 A_h751 A_h752 A_h753 A_h754 A_h755 A_h756 A_h757 A_h758 A_h759 A_h759 A_h760 A_h761 A_h762 A_h763 A_h764 A_h765 A_h766 A_h767 A_h768 A_h769 A_h769 A_h770 A_h771 A_h772 A_h773 A_h774 A_h775 A_h776 A_h777 A_h778 A_h779 A_h779 A_h780 A_h781 A_h782 A_h783 A_h784 A_h785 A_h786 A_h787 A_h788 A_h789 A_h789 A_h790 A_h791 A_h792 A_h793 A_h794 A_h795 A_h796 A_h797 A_h798 A_h798 A_h799 A_h799 A_h800 A_h801 A_h802 A_h803 A_h804 A_h805 A_h806 A_h807 A_h808 A_h809 A_h809 A_h810 A_h811 A_h812 A_h813 A_h814 A_h815 A_h816 A_h817 A_h818 A_h819 A_h819 A_h820 A_h821 A_h822 A_h823 A_h824 A_h825 A_h826 A_h827 A_h828 A_h829 A_h829 A_h830 A_h831 A_h832 A_h833 A_h834 A_h835 A_h836 A_h837 A_h838 A_h838 A_h839 A_h839 A_h840 A_h841 A_h842 A_h843 A_h844 A_h845 A_h846 A_h847 A_h848 A_h848 A_h849 A_h849 A_h850 A_h851 A_h852 A_h853 A_h854 A_h855 A_h856 A_h857 A_h858 A_h858 A_h859 A_h859 A_h860 A_h861 A_h862 A_h863 A_h864 A_h865 A_h866 A_h867 A_h868 A_h868 A_h869 A_h869 A_h870 A_h871 A_h872 A_h873 A_h874 A_h875 A_h876 A_h877 A_h878 A_h878 A_h879 A_h879 A_h880 A_h881 A_h882 A_h883 A_h884 A_h885 A_h886 A_h887 A_h888 A_h888 A_h889 A_h889 A_h890 A_h891 A_h892 A_h893 A_h894 A_h895 A_h896 A_h897 A_h898 A_h898 A_h899 A_h899 A_h900 A_h901 A_h902 A_h903 A_h904 A_h905 A_h906 A_h907 A_h908 A_h909 A_h909 A_h910 A_h911 A_h912 A_h913 A_h914 A_h915 A_h916 A_h917 A_h918 A_h918 A_h919 A_h919 A_h920 A_h921 A_h922 A_h923 A_h924 A_h925 A_h926 A_h927 A_h928 A_h929 A_h929 A_h930 A_h931 A_h932 A_h933 A_h934 A_h935 A_h936 A_h937 A_h938 A_h938 A_h939 A_h939 A_h940 A_h941 A_h942 A_h943 A_h944 A_h945 A_h946 A_h947 A_h948 A_h948 A_h949 A_h949 A_h950 A_h951 A_h952 A_h953 A_h954 A_h955 A_h956 A_h957 A_h958 A_h958 A_h959 A_h959 A_h960 A_h961 A_h962 A_h963 A_h964 A_h965 A_h966 A_h967 A_h968 A_h968 A_h969 A_h969 A_h970 A_h971 A_h972 A_h973 A_h974 A_h975 A_h976 A_h977 A_h978 A_h978 A_h979 A_h979 A_h980 A_h981 A_h982 A_h983 A_h984 A_h985 A_h986 A_h987 A_h987 A_h988 A_h988 A_h989 A_h989 A_h990 A_h991 A_h992 A_h993 A_h994 A_h995 A_h996 A_h997 A_h998 A_h998 A_h999 A_h999 A_h1000 A_h1001 A_h1002 A_h1003 A_h100					

Übergang vom Elymo - Achilleetum zum
E. - Ammophiletum festucetosum arenariae

Tabellen -Nr.
Aufnahme -Nr.
Aufnahme -Ort

5	768	Weissenhaus	(1630)	11	12	11	12	12
3	758	Weissenhaus	(1630)	1	1	4	3	3
4	756	Weissenhaus	(1630)	65	745	5550	12	3
5	1033	Weissenhaus	(1630)	10	1	30	20	5
	700	Kellenhusen	(1632)	4	30	5	10	1

M = Moos

Das Elymo-Achilleetum dürfte unter ungestörten Voraussetzungen in einen Eichenwald überführt werden, dem ein Schlehengebüscht (Pruno-Crataegetum) vorausgehen kann. Bei stärkerer anthropogener Einwirkung hingegen vollzieht sich der Übergang zu einem Festuca ovina-Rasen (Galium littorale-Festuca ovina-Gesellschaft).

Es klang bereits an, daß das Elymo-Achilleetum und das Elymo-Ammophiletum durch gleitende Übergänge miteinander verbunden sind, was ja auch nicht verwundert, da naturgemäß Strandwall und Düne nicht abrupt von einander getrennt sind, sondern fließend ineinander übergehen. Beispiele für Überschneidungen zwischen den beiden Festuca rubra-Einheiten bieten die Küstenabschnitte nördlich von Dahme, bei Kellenhusen und bei Weißenhaus (vgl. Vegetationstab. 6). Einen Sonderfall stellt das Elymo-Achilleetum bei Noer dar, das dort nicht, wie sonst üblich, auf einem Strandwall, sondern auf einer Düne steht.

Sowohl innerhalb des Elymo-Ammophiletum festucetosum arenariae als auch innerhalb des Elymo-Achilleetum kann sich im USG an Stellen, an denen der Sand durch Fahrzeuge oder tierischen bzw. menschlichen Vertritt zerwühlt wurde, Phleum arenarium einstellen, eine Erscheinung, auf die bereits RAABE (1950) aufmerksam gemacht hat. Da diese Phleum arenarium-Bestände im Gebiet jedoch nur an wenigen Stellen, und dort lediglich kleinflächig, beobachtet wurden, wollen wir es bei diesem kurzen Hinweis belassen.

Pflanzengeographisch interessant ist noch eine auf einem jungen Strandwall stehende lokale Einheit mit *Petasites spurius* an der Kieler Förde bei Falkenstein. Die kontinental verbreitete Filzige Pestwurz, die östlich der Odermündung zu einem mehr oder weniger regelmäßigen Bestandteil der Ammophila-Dünen wird, steht hier an der Westgrenze ihrer Verbreitung. Der seit 1911 bekannte Fundort (vgl. CHRISTIANSEN 1953) ist als Naturdenkmal geschützt.

Die Zusammensetzung des Bestandes mit *Petasites spurius* geht aus folgender Aufnahme hervor:

Fläche:	100 m ²
Vegetationsbedeckung	90
<i>Petasites spurius</i>	60

übrige Arten:

<i>Calamagrostis epigeios</i>	30
<i>Carex arenaria</i>	5
<i>Elymus arenarius</i>	+
<i>Rumex crispus</i>	+
<i>Ammophila x baltica</i>	+
<i>Agropyron repens</i>	+
<i>Festuca arundinacea</i>	1
<i>Cirsium arvense</i>	+

4.4. FESTUCA OVINA (S. L.) - REICHE GESELLSCHAFTEN

Als Folgegesellschaften Festuca rubra-reicher Einheiten erscheinen im USG im Regelfall Festuca ovina-Rasen. Diese bilden zumal an der holsteinischen Ostseeküste (Bottsand, Weißenhäuser Strand, Strand zwischen Dahme und Süssau, Grüner Brink/Fehmarn) die flächenmäßig bedeutendste Komponente der Sandküstenvegetation.

4.4.1. Die Galium littorale-Festuca ovina-Gesellschaft (Vegetationstabelle 7, 7a; Profiltabelle 4)

In der Mehrzahl der Fälle wird Festuca ovina s.l. durch Festuca ovina s.str. vertreten, die die Dominante innerhalb der "Galium littorale-Festuca ovina-Gesellschaft" darstellt.

Zunächst soll die vom Elymo-Ammophiletum festucetosum arenariae ausgehende Entwicklungslinie verfolgt werden:

Mit steigender luvseitiger Sandanhäufung gelangen die landwärts gelegenen Dünenbereiche zunehmend aus dem Bereich der Aufsandung heraus. Hinzu kommt, daß mit zunehmender Aufhöhung der Dünen immer weniger Sandkörner den Dünenkamm zu überwinden vermögen. Die Folge ist, daß der Sandnachschub am leeseitigen Hang, dort vor allem am Fuß der Düne, schließlich völlig zum Erliegen kommt.

Das Ausbleiben der Übersandung führt zu einer grundlegenden Veränderung der soziologischen Verhältnisse:

Die hohen Dünengräser Ammophila arenaria und A. x baltica verschwinden bis zur Bedeutungslosigkeit; auch Ceratodon purpureus ist der Konkurrenz neu aufkommender Arten nicht mehr gewachsen. Andererseits wird jetzt Festuca ovina s.str., die bereits im Elymo-Ammophiletum festucetosum arenariae gelegentlich mit geringen Mengenanteilen auftritt, zur beherrschenden Pflanze. Weitere gleichfalls gegen Übersandung empfindliche Spezies kommen hinzu: Hieracium pilosella, Rumex acetosella, Polytrichum piliferum und schließlich eine Anzahl von Flechten, die für die Anfangsphase ("Cladonia-Phase") der Galium littorale-Festuca ovina-Gesellschaft besonders bezeichnend sind: Cladonia arbuscula, Cl. impexa, Cl. furcata, Cl. alcicornis, Cornicularia aculeata bzw. C. muricata. Dicranum scoparium, wie Festuca ovina s.str. bereits sporadisch im Elymo-Ammophiletum festucetosum arenariae vorhanden, wird auf den nunmehr festgelegten Sanden zu einem regelmäßigen Bestandteil der Vegetation.

Die Cladonia-Phase geht schließlich in eine "Achillea-Phase" über, die u.a. durch die folgenden Trennarten gekennzeichnet ist: Achillea millefolium, Pimpinella saxifraga, Poa pratensis, Anthoxanthum odoratum, Arrhenatherum elatius, Lotus corniculatus, Plantago lanceolata, Agrostis tenuis, ferner, auf bestimmte Basiseinheiten beschränkt, u.a. Rhytidiodelphus squarrosus, Pleurozium schreberi, Luzula campestris, Avena pubescens

cens. Die Flechten zeigen sich der Konkurrenz der genannten Spezies nicht mehr gewachsen und gehen in der Achillea-Phase zugrunde.

Neben der eben skizzierten vom Elymo-Ammophiletum festucetosum arenariae ausgehenden Entwicklungslinie führt, wie bereits angedeutet, eine zweite vom Elymo-Achilleetum aus zur Galium littorale-Festuca ovina-Gesellschaft.

Das Elymo-Achilleetum entwickelt sich unmittelbar, d.h. ohne das Stadium der Cladonia-Phase zu durchlaufen, zur Achillea-Phase.

Im folgenden sind die Charakteristischen Artenkombinationen von Elymo-Achilleetum und Achillea-Phase der Galium littorale-Festuca ovina-Gesellschaft einander gegenübergestellt.

	A	B
Trennarten A gegen B:		
Festuca rubra	100;23	(3;1)
Elymus arenarius	79;3	(25;r)
Agropyron repens	77;1	(16;r)
Galium mollugo	63;10	(23;+)
Taraxacum officinale	57;1	(22;+)
Honckenya peploides	55;4	
Brachythecium albicans (M)	54;9	(3;+)
Sedum acre	50;3	(3;r)
Eryngium maritimum	48;1	
Linaria vulgaris	40;2	(20;1)
Syntrichia ruralis (M)	39;7	
Dactylis glomerata	33;1	(16;r)
Rumex crispus	32;r	(8;r)

Trennarten B gegen A:		
Festuca ovina s.str.	(3;2)	100;57
Hieracium pilosella	(13;1)	76;2
Luzula campestris	(8;+)	71;1
Campanula rotundifolia	(11;+)	67;1
Pleurozium schreberi (M)	(3;r)	66;17
Armeria elongata var. intermedia	(19;+)	58;1
Rumex acetosella	(3;r)	56;+
Anthoxanthum odoratum	(3;r)	51;1
Arrhenatherum elatius	(28;2)	51;1
Galium verum var. littorale	(23;3)	50;1
Agrostis tenuis	(6;r)	50;1
Rhytidadelphus squarrosus (M)	(17;2)	46;9
Dicranum scoparium (M)	(3;1)	45;3
Vicia lathyroides	(5;r)	44;+
Vicia angustifolia		41;+
Lotus corniculatus	(23;1)	39;+

In A und B zur Char. Ak. gehörend:

Achillea millefolium	91;5	91;7
Carex arenaria	82;4	83;1
Plantago lanceolata	67;1	45;1
Poa pratensis ssp. pratensis	50;1	79;+
Pimpinella saxifraga	42;2	55;2

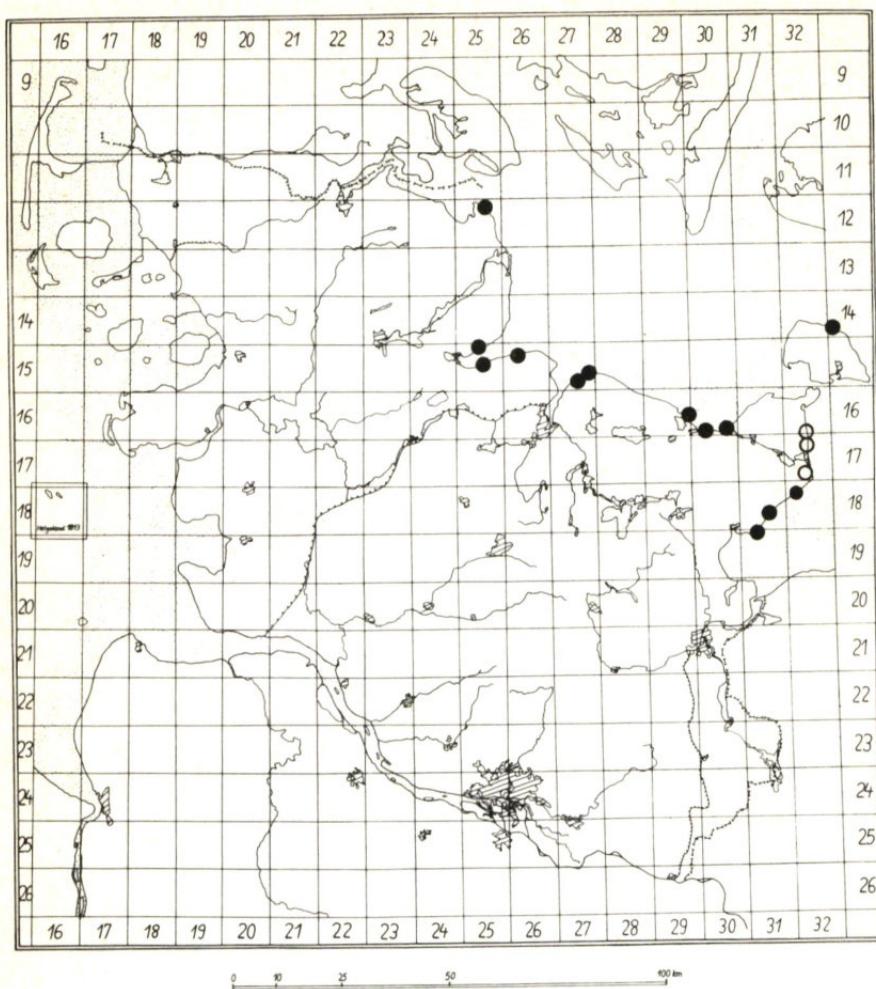


Abb. 10 Verbreitung der *Galium littorale*-*Festuca ovina*-Gesellschaft (●) und der *Ononis repens*-*Festuca trachyphylla*-Gesellschaft (○)

Gaulum littorale - Festuca ovina - Gesellschaft

A=Cladonia-Phase

B=Achillea-Phase

Tabellen-Nr.	I	II	I	II	III	IV	V	VI	VII
Aufnahme-Nr.	1 2 3 4 5	6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17	18 19 20 21	22 23 24 25	26 27 28 29 30	31 32	33 34 35 36 37 38 39	40 41 42 43 44 45 46 47	48 49 50 51 52 53 54
Aufnahme-Ort	726 Gruner Brink [1433]	710 Gruner Brink [1433]							
Artenanzahl der Kräuter									
Artenanzahl der Moose									
Artenanzahl der Flechten									
mAz der Basiseinheiten									
mAz der Untergesellschaften									
mAz der Gesamtgesellschaft									
Bedeckung durch Kräuter(%)									
Bedeckung durch Moose(%)									
Bedeckung durch Flechten(%)									
mittl. Bed. id. Basiseinheiten(%)									
mittl. Bed. id. Untergesellschaften(%)									
mittl. Bed. id. Gesamtgesellschaft(%)									
lokale Kennart der Gesellschaft:									
Festuca ovina sstr.									
Trennarten A:									
Fl Cladonia arbuscula									
O Coryneophorus canescens									
K,M Polycladum piliferum									
Fl Cladonia impexa									
differenzierende Arten in A:									
K,Fl Cornicularia aculeata									
Fl Cladonia muricata									
K,Fl Cladonia furcata									
V Jasiona montana var.littoralis									
Fl Cladonia alicornis									
M Polytrichum juniperinum									
Trennarten B:									
Achillea millefolium	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Poa pratensis									
Pimpinella saxifraga									
Anthoxanthum odoratum									
Lotus corniculatus									
Arrhenatherum elatius									
Plantago lanceolata									
K Vicia lathyroides									
differenzierende Arten in B:									
M Rhytidadelphus squarrosus									
Dactylis glomerata									
Rumex acetosa									
Cerastium holosteoides									
Vicia hirsuta									
Galium mollugo									
Avena pratensis									
Vicia angustifolia									
Ranunculus bulbosus									
Saxifraga granulata									
Taraxacum officinale									
Calamagrostis epigeios									
M Pleurozium schreberi									
dAK Thymus serpyllum									
Viola canina									
Sieglindia decumbens									
Plantago maritima									
Linaria vulgaris									
Rumex crispus									
Hieracium umbellatum									
Ranunculus acer									
V Viola tricolor ssp.curvifolia									
Campanula rotundifolia									
Luzula campestris									
Avena pubescens									
Thymus pulegioides									
weitere Kennart des Koelerion albescens:									
Gaulum verum var.littoralis									
weitere Kennart der Corynephorettalia canescens:									
Carex arenaria									
Aira praecox									
weitere Kennarten der Sedo-Scleranthetea:									
Hieracium pilosella									
Rumex acetosella									
Armeria elongata var.intermedia									
Trifolium arvense									
M Rhacomitrium canescens									
Helichrysum arenarium									
Carostium semidecandrum									
Trifolium campestre									
M Brachythecium albicans									
Sedum acre									
M Ceratodon purpureus									
übrige Kräuter:									
Agrostis tenuis									
Hypochoeris radicata									
Amphophila arenaria									
Ononis repens									
Elymus arenarius									
Agropyron repens									
Potentilla reptans									
übrige Moose:									
M Dicranum scoparium									
M Hypnum cupressiforme var.lacunosum									
übrige Flechten:									
Fl Cladonia div. spec.									

Außerdem kommen vor: je viermal: Calluna vulgaris in 1+, 5, 1,48, 1,49; Leontodon autumnalis in 23 r, 27+, 29+, 50+; Crataegus monogyna Kr in 30+, 48+, 50+, 51 r; Galium x ochroleucum in 40, 1, 43+, 44, 1, 47, 6; M Hypnum cupressiforme var. ericetorum in 21, 41, 1,48+, 51; je dreimal: Potentilla anserina in 23 r, 50+, 51+; Trifolium repens in 31+, 42+, 47+; Ammophila x baltica in 52, 2, 53, 10, 54, 1; Fl Pelargonium spec. in 10, 21+, 35+; je zweimal: Festuca rubra in 7, 26, 20; Artemisia campestris in 20+, 21+, Valerianella olitoria in 20+, 21+, Convolvulus arvensis in 20+, 31, 2; Medicago lupulina in 20+, 47, 2; Bromus mollis in 20+, 21+; Carlina vulgaris in 25+, 31+. Agropyron x acutum in 31+, 50+. Quercus robur Kr in 27 r, 28 r+. Rosa canina Kr in 38+, 51+. Cirsium arvense in 52+, 53+. je einmal: Honckenya peploides in 12+, Geranium pusillum in 19 r; Geranium molle in 20+; Anchusa officinalis in 21, 4; Cirsium oacule in 22 r; Carex glauca in 22 r; Agrimonia eupatoria in 25+; Stellaria holostea in 26+; Mercurialis perennis in 26+; Lonicera periclymenum in 26+; Knautia arvensis in 29+; Sanguisorba minor in 30+; Cuscuta epithymum in 30+; Rosa glauca in 31 r; Silene nutans in 33+; Sarothamnus scoparius in 34+; Phragmites communis in 35 r+. Galeopsis spec. in 36+. Carex hirta in 38 r; Holcus lanatus in 42 r; Stellaria graminea in 45+; Daucus carota in 47+; Allium spec. in 51+; Fl Cladonia gracilis in 65; M Scleropodium purum in 45+.

dA = gleichzeitig differenzierende Art in A; V=Kennart des Koelerion albescens; O=Kennart der Corynephorettalia canescens; K= Kennart der Sedo-Scleranthetea; M=Moos; Fl=Flechte.

Corynephoretum maritimum
(Westhoff 1946) Tx.1962

A=trennartenfreie Subassoziation

(=Corynephoretum maritimum typicum Tx.)

B=Corynephoretum maritimum cladonietosum Tx.

Tabellen -Nr.
Aufnahme -Nr.

Aufnahme -Ort

Artenanzahl der Kräuter
Artenanzahl der Moose
Artenanzahl der Flechten
mittlere Artenanzahl
Bedeckung durch Kräuter(%)
Bedeckung durch Moose(%)
Bedeckung durch Flechten(%)
mittlere Bedeckung(%)

A	B
1 2 3 728 Gelting Birk 730 Geiting Birk 907 Wentorfer Schleuse (1527)	4 5 6 7 8 9 10 11 12 908 Wentorfer Schleuse (1527) Wentorfer Schleuse (1527) Weissenhaus (1630) Weissenhaus (1630) Bottsand (1527) Hohwacht (1629) Weissenhaus (1630) Weissenhaus (1630) Weissenhaus (1630)
728 Gelting Birk (1433)	1 5 3 4 3 5 6 7 8 2 1 1 1 3 1 1 1 1 2 1 1 2 1 2
30 45 40	30 30 30 30 40 35 60 30 30 5 10 1 20 20 5 10 3 20 15 15 10
38,0 ; 0	35,6 ; 7

lokale Kennart der Ass.:

O Corynephorus canescens

Trennarten B:

V,Fl Cornicularia muricata
Kl,M Polytrichum piliferum
Kl Rumex acetosella
O Jasione montana var. littor.
Kl Festuca ovina sstr.
Kl Hieracium pilosella
Kl,M Ceratodon purpureus
O Galium verum var. littorale
Kl Thymus serpyllum
Kl Rhacomitrium canescens
Kl,Fl Cladonia furcata
Kl Trifolium arvense

3 20 15	15 10
4 10	+
1 1	1 + +
	+ + 6 1 +
+ 2	2 4
1	+ + +
	1 20 5
21 1	r + +
1	+
1	1
	r

weitere Kennarten der Corynephore-talia canescens:

Carex arenaria
Viola tricolor ssp. curtisii

+	+	1
	+	

übrige Arten:

Viola canina
Plantago maritima

r	+	+
	1	+

Außerdem kommen vor: Hypochaeris radicata in 2 +; Linaria vulgaris in 3 4 ; Anthoxanthum odoratum in 9 +; M Polytrichum juniperum in 10 +. V=Kennart des Corynephorion canescens,O=Kennart der Corynephore-talia canescens,Kl=Kennart der Sedo-Scleranthesia

M=Moos ,Fl=Flechte

Innerhalb der Achillea-Phase ergeben sich einige aufschlußreiche Differenzierungen:

Den Basiseinheiten B I und B II sind *Rhytidadelphus squarrosus*, *Dactylis glomerata* und *Rumex acetosa* gemeinsam, was auf eine für Trockenrasen vergleichsweise günstige Wasserversorgung hindeutet. In die gleiche Richtung weisen die Trennarten der Einheit B I: *Cerastium holosteoides*, *Vicia hirsuta* und *Galium mollugo*.

Zu bemerken ist, daß *Galium verum var. littorale* und *Galium mollugo* in der *Galium littorale*-*Festuca ovina*-Gesellschaft miteinander vikariieren, wie dies ja bereits für das Elymo-Achilleetum festgestellt wurde.

Ein relativ günstiger Wasserhaushalt könnte im vorliegenden Falle im einzelnen durch folgende Umstände bedingt sein:

- a. in den Beständen bei Aschau (Eckernförder Bucht) durch ein schon stärker atlantisch getöntes Klima;
- b. in P 9 z. B. durch höher anstehendes Grundwasser;
- c. durch Beimengungen von Schluff und Ton und eine dadurch verursachte stärkere Wasserkapazität des Bodens, so in P 46.

In den Einheiten B III bis B VII wird *Rhytidadelphus* durch *Pleurozium schreberi* ersetzt. Dabei fällt allerdings das vergleichsweise schwache Auftreten dieses Mooses in den Aufnahmen vom Grünen Brink/Fehmarn auf. Es ergibt sich hier eine offensichtliche Parallele zum Verhalten der Art in der *Calluna vulgaris*-Gesellschaft (Näheres s. dort!).

Calamagrostis epigeios in Einheit B III dürfte als Relikt aus dem Elymo-Achilleetum zu deuten sein und so Aufschluß über die Genese dieser Bestände geben.

Das Erscheinen von *Sieglingia decumbens* und *Plantago maritima* in Basiseinheit B VI ist als Folge einer stärkeren Humusanreicherung zu betrachten (vgl. P 49 und P 10). OBERDORFER (1970) gibt als Standort von *Sieglingia decumbens* "modrig-torfig humose" Böden an. Auch in Basiseinheit B VII liegt eine stärkere Humusanhäufung vor, und zwar sowohl in Form höherer Konzentrationen organischer Substanz im A_h als auch in Gestalt von z. T. bedeutenden, im Extremfall bis zu 10 cm mächtigen O_f -Lagen (vgl. P 17 a und P 26).

Wird innerhalb der Achillea-Phase die Pflanzendecke durch Fahrzeuge oder durch tierischen bzw. menschlichen Vertritt zerstört, dann stellen sich zunächst reine *Corynephorus*-Bestände ein, die sich jedoch alsbald über ein flechtenreiches Stadium zur *Cladonia*-Phase der *Festuca ovina*-Gesellschaft weiterentwickeln, über die sich schließlich das ursprüngliche Vegetationsbild regenerieren dürfte. Es handelt sich hier um einen Prozeß, der bereits von RAABE (1950) für ältere, entkalkte Strandwälle Fehmarns beschrieben worden ist.

Bestände der *Cladonia*-Untergesellschaft des *Festuca ovina*-Rasens, die sich offensichtlich in der eben beschriebenen Weise herausgebildet haben, finden sich großflächig am Weißenhäuser Strand (ehemaliger Zeltplatz) und im Naturschutzgebiet Bottsand (starke Beeinträchtigung der Vegetation durch Vertritt und Befahren mit Wagen, Autos und Motorrädern vor Inkrafttreten der erst seit 1958 gültigen heutigen Schutzbestimmungen; vgl. hierzu RAABE, 1973).

Mit der Entwicklung der *Achillea*-Phase, gleichgültig ob diese Einheit vom *Elymo-Achilleetum* oder der (primären!) *Cladonia*-Phase der *Galium littorale*-*Festuca ovina*-Gesellschaft ausgegangen ist, läßt sich eine deutliche Humusakkumulation beobachten.

Man kann annehmen, daß die Anreicherung an organischer Substanz im Boden die entscheidende Ursache für die (primäre) Entwicklung der *Achillea*-Phase ist. Bevor jedoch auf die durch die Humusanreicherung bewirkten Veränderungen des Wasser- und Nährstoffhaushaltes eingegangen wird, soll kurz der Aufbau der Bodenprofile angesprochen werden:

Während sich die Humusgehalte des Oberbodens unter der *Cladonia*-Phase bzw. unter dem *Elymo-Achilleetum* meist unterhalb von 2 % bewegen, sind nunmehr ausgeprägte A_h -Horizonte mit Humusgehalten zwischen 2 und nahezu 20 % nachzuweisen. Häufig können ein humusreicherer A_{h1} -Horizont und ein humusrärmerer A_{h2} -Horizont unterschieden werden, wobei diese Subhorizonte mit scharfer, waagerecht verlaufender Grenze voneinander abgesetzt sind. Dabei sind in den A_{h1} offenbar Rückstände oberirdischer Pflanzenteile eingearbeitet worden, während der im A_{h2} vorhandene Humus auf abgestorbene Wurzeln zurückgehen dürfte.

Die Differenzierung des A_h in zwei deutlich voneinander geschiedene Subhorizonte mit unterschiedlich starker Humusanreicherung könnte darauf beruhen, daß in den Böden des USG Regenwürmer fehlen, die in einem typischen Mull für eine mehr oder weniger gleichmäßige Verteilung der Humussubstanz innerhalb des Mineralkörpers sorgen. In einigen Fällen wurde noch ein A_{h3} ausgeschieden, der zum C-Horizont überleitet. Die Humusform, die sich i. d. R. durch nur geringmächtige O_f -Lagen oder durch das völlige Fehlen organischer Auflagen auszeichnet und bei der die organische Substanz intensiv in den Mineralkörper eingearbeitet ist, darf wiederum dem Typ des Mullartigen Moders i. S. KUBIENAS (1953) bzw. dem Sandmull i. S. der AG BODENKUNDE (1971) zugeordnet werden.

Ein analytisches Maß zur Beurteilung der Humusqualität ist der C/N-Quotient. Das im vorliegenden Falle relativ enge C/N-Verhältnis ($\bar{x} = 13,7 \pm 2,5$) stützt überzeugend die zunächst nur anhand morphologischer Kriterien erfolgte Ansprache der Humusform (vgl. Tab. 4). Bei den in dieser Aufstellung wiedergegebenen Beziehungen zwischen C/N-Verhältnis und Humusform muß allerdings berücksichtigt werden, daß diese zunächst nur für Waldböden des rheinisch-westfälischen Mittelgebirgsraumes aufgestellt worden sind.).

Tab. 4 Beziehungen zwischen Humusform und C/N-Verhältnis (n. AG BODENKUNDE 1971; vereinfacht)

Humusform	C/N-Bereich
typischer Mull	
Wurmmull	10 - 14
Sandmull	
geringmächtiger Mull oder Sandmull	15 - 17
mullartiger Moder feinhumusarmer Moder	18 - 22
typischer Moder feinhumusreicher Moder rohhumusartiger Moder	23 - 29
Rohhumus	29

Die Humusanreicherung beeinflußt den Standort, vor allem dessen Wasser- und Nährstoffhaushalt, in entscheidender Weise:

1. Mit zunehmender Anreicherung an organischer Substanz steigt die Wasserkapazität des Bodens (vgl. 4.3.2.).
2. Mit steigendem Humusgehalt verbessert sich das Nährstoffangebot:
 - a. Bei gleichbleibender Humusqualität ist mit höheren absoluten Mengen an anorganischem (d.h. pflanzenverfügbarem) Stickstoff zu rechnen.
(Zu berücksichtigen ist allerdings, daß die *Festuca ovina*-Gesellschaft andererseits durch Vorlagerung jüngerer Strandwälle und Dünen nicht mehr oder nicht mehr in dem Maße vom Vorstrand her mit Stickstoff (Seegras- und Tangreste, versprühtes Meerwasser) versorgt werden kann, wie dies in den Ausgangsgesellschaften möglich sein dürfte.)
 - b. Der Gehalt an laktatlöslichem Kalium (mg/100 g Boden) erhöht sich innerhalb der *Galium littorale*-*Festuca ovina*-Gesellschaft linear mit dem Humusgehalt (vgl. Abb. 11).

Die sehr enge Beziehung ($r = 0,97^{+++}$), die hier zwischen dem Kaligehalt und dem Gehalt des Bodens an organischer Substanz besteht, ist folgendermaßen zu erklären: Die nach der Laktatmethode erhaltenen K-Werte "liegen auf annähernd gleicher Höhe wie das mittels $\text{NH}_4\text{-acetat}$ (pH 7,0) bestimmte austauschbare Kalium" (SCHEFFER und SCHACHTSCHABEL 1973, S. 265), und in den extrem tonarmen Küstensanden kommen (fast) nur organische Verbindungen als Austauscher in Frage. (Bezüglich der im USG vorhandenen Beziehung zwischen Humusgehalt und (Kationen-)Austauschkapazität vgl. Abb. 27).

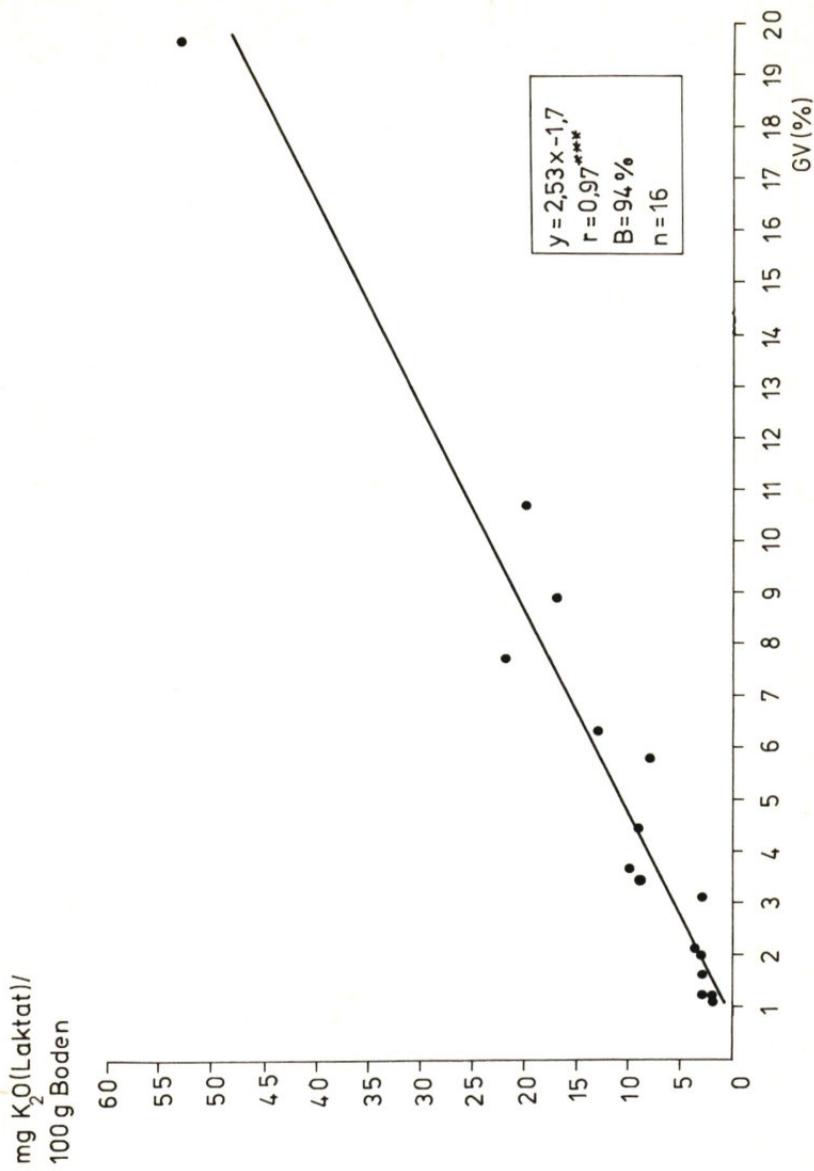


Abb. 11 Galium littorale-Festuca ovina-Ges.: Abhängigkeit der laktatlöslichen Kalium-Konzentrationen vom Humusgehalt (GV ≥ 1 %)

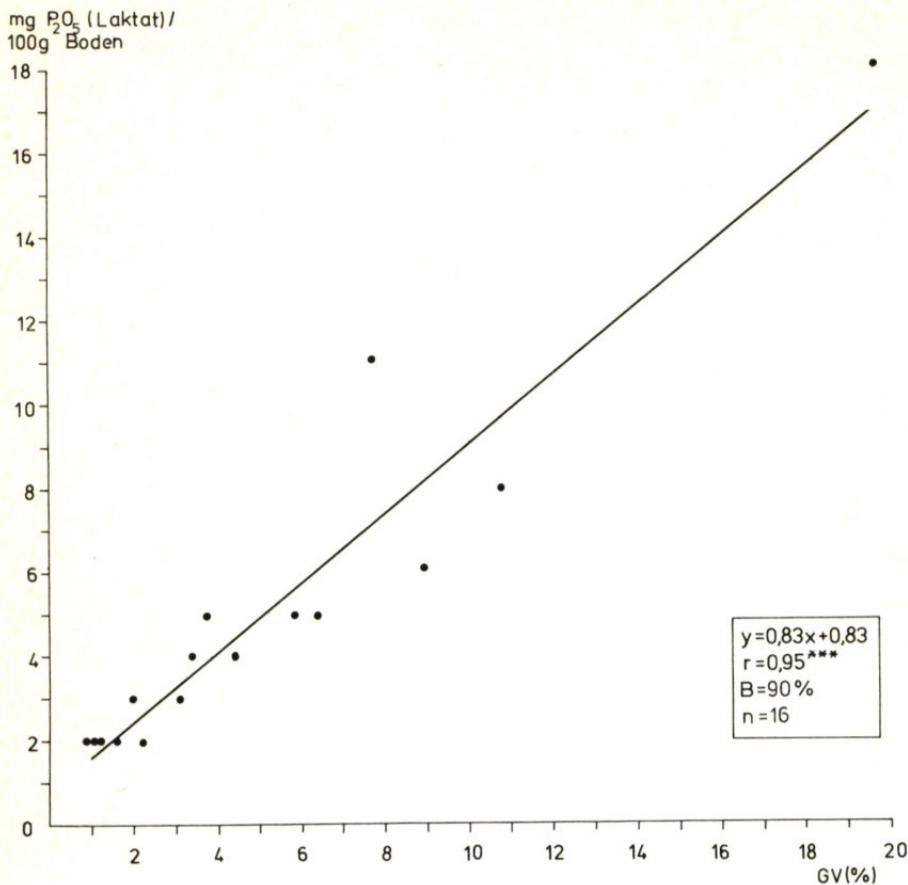


Abb. 12 Galium littorale-Festuca ovina-Ges.: Abhängigkeit der laktatlöslichen Phosphor-Konzentrationen vom Humusgehalt ($\text{GV} \geq 1\%$)

mg K₂O (Laktat)/

100 ml Boden

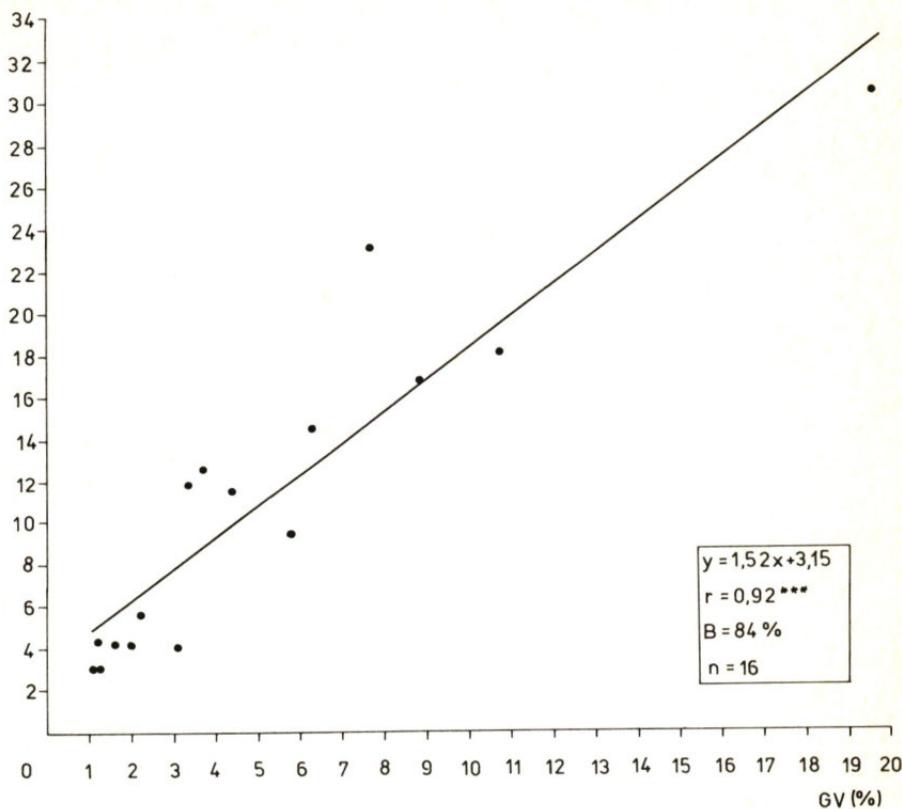


Abb. 13 Galium littorale-Festuca ovina-Ges.: Abhängigkeit der pro Volumeneinheit vorhandenen laktatlöslichen Kalium-Mengen vom Humusgehalt (GV \geq 1 %)

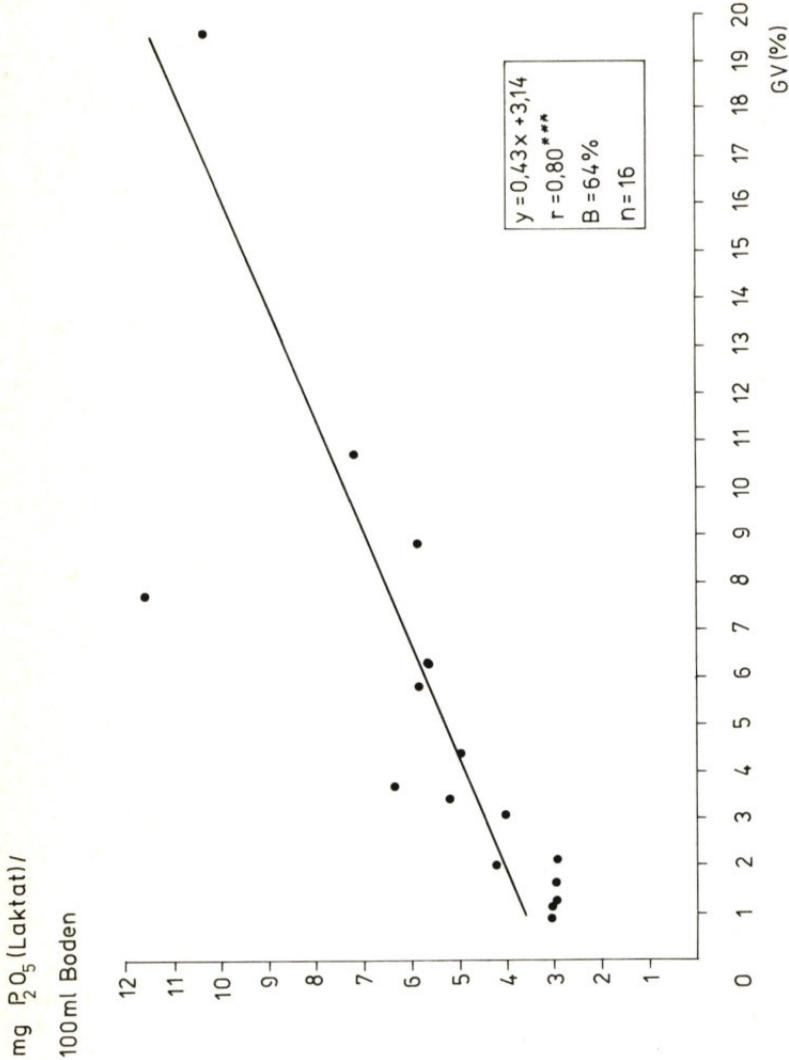


Abb. 14 Galium littorale-Festuca ovina-Ges.: Abhängigkeit der pro Volumeneinheit vorhandenen laktatlöslichen Phosphor-Mengen vom Humusgehalt (GV $\geq 1\%$)

Es ist anzunehmen, daß die Pflanze K aus tieferen Schichten in ihre oberirdischen Organe pumpt und dort konzentriert. Durch Mineralisierung wird K wieder aus den Vegetationsrückständen freigesetzt, von der Humussubstanz sorbiert und so vor stärkerer Auswaschung bewahrt.

c. Gleichfalls hochsignifikant ($r = 0,95^{++}$) ist die Korrelation zwischen Humusgehalt und der Konzentration an laktatlöslichem Phosphor (vgl. Abb. 12).

Auch P dürfte aus dem Boden durch die Pflanze konzentriert und aus den pflanzlichen Rückständen durch Mineralisierung wieder in eine aufnehmbare Form überführt worden sein.

Für die Pflanze sind nicht die Nährstoffkonzentrationen (angegeben in mg/100 g Boden), sondern die ihr im Wurzelraum zugänglichen Nährstoffmengen bedeutsam. Da sich nun das Volumengewicht mit zunehmendem Humusgehalt verringert, ist es für ernährungsökologische Aussagen wichtig, die Nährstoffmengen pro Raumeinheit zu erfassen. Wie die Abb. 13 und 14 erkennen lassen, steigen auch die auf mg/100 ml Boden umgerechneten K- und P-Werte linear mit dem Humusgehalt an. Auch hier ist die Beziehung zwischen Humusgehalt und laktatlöslichem K und P hochsignifikant.

Im vorliegenden Fall läßt sich klar aufzeigen, daß die Pflanzendecke entscheidend den Gehalt des Bodens an verfügbarem P und K beeinflußt. Weniger eindeutig läßt sich beantworten, ob ein erhöhter Gehalt des Bodens an den genannten Nährstoffen auf die Vegetation zurückwirkt. So ist es denkbar, daß innerhalb des Festuca ovina-Rasens nicht Phosphor und (oder) Kali, sondern Stickstoff der wachstumsbegrenzende Nährstoff ist.

Die unter der Galium littoriale-Festuca ovina-Gesellschaft angetroffenen Böden sind fast stets dem Typ des Rankers zuzuordnen.

Da die Küstensande im Regelfall nur verschwindend geringe Schluff- und Tonanteile aufweisen (vgl. Tab. 2) und daher nur wenig Eisen freigesetzt wird, bleibt eine Verbraunung normalerweise aus, und der Ranker entwickelt sich später - nach Auftreten von Calluna - direkt in Richtung Podsol. Nur an einem Punkte am Weißenhäuser Strand (vgl. P 46) konnte kleinflächig eine Braunerde ermittelt werden, und wohl nicht rein zufällig beläuft sich im B_V -Horizont dieses Bodens der Anteil der Korngrößenfraktion $< 0,063$ mm auf 6,4 %. So hohe Mengen an Korngrößen $< 0,063$ mm wurden im USG in keinem anderen Profil nachgewiesen.

Vergleicht man die rezente Ausbildung der Festuca ovina-Gesellschaft des USG mit den 1950 durch RAABE von Fehmarn mitgeteilten Festuca ovina-reichen Aufnahmen, dann ergeben sich einige auffallende Unterschiede:

In der Tabelle RAABEs gehört eine ganze Reihe von Arten zur Char. Ak., die unseren Aufnahmen entweder völlig fehlen oder doch nur ganz sporadisch auftreten: Cerastium semidecandrum, Sedum acre, Trifolium arvense,

Brachythecium albicans, *Aira praecox* und *Bromus mollis "nanus"*.

Die Ursache für diese veränderten Verhältnisse ist in dem nachgelassenen Wirtschaftseinfluß zu suchen: Noch 1950 wurden die *Festuca ovina*-Rasen des USG von Schafen beweidet. Dies sicherte den aufgeführten, an mehr oder weniger offene Böden gebundenen Arten ihre Existenz innerhalb des Schafschwingel-Rasens, sei es dadurch, daß die Arten vom Vieh gemieden und so gegenüber anderen Pflanzen begünstigt wurden, sei es durch Verbiß oder Vertritt von Arten, die unter natürlichen Voraussetzungen konkurrenzfähiger sind, oder schließlich dadurch, daß der Boden örtlich vom Vieh laufend von neuem aufgerissen wurde. Nachdem die Schafweide an der sh Ostseeküste seit 1950 stark zurückgegangen ist und an den meisten Orten völlig zum Erliegen kam, konnten sich die erwähnten Spezies nicht mehr behaupten.

Wie stark sich der Weideeinfluß auswirken kann, läßt sich gegenwärtig am Beispiel des *Festuca ovina*-Rasens bei Öhe-Schleimünde demonstrieren (vgl. Vegetationstab. 7 a). Das dortige Naturschutzgebiet besteht zu einem wesentlichen Teil aus Salzwiesen, was auch heute noch eine Beweidung mit Rindern wirtschaftlich vertretbar macht. In dem gleichfalls im Gebiet gelegenen Schafschwingelrasen hat der starke Vertritt durch das Vieh zu einem teilweisen Absterben von *Festuca ovina* geführt; an offengehaltenen Stellen haben sich *Geranium molle*, *Trifolium arvense* sowie *Erodium glutinosum* eingestellt, und offensichtlich bedingt durch die tierischen Exkremeante, ist die Ansiedlung des nitrophilen *Agropyron repens* ermöglicht worden. Bei diesen Beobachtungen ist natürlich zu berücksichtigen, daß eine Beweidung mit Rindern die Vegetation erheblich stärker in Mitleidenschaft zieht als die Schafweide.

Die Aufnahmen der hier vorgelegten Tabelle (7) haben sich in unterschiedlichem Maße vom ursprünglichen Vegetationsbild entfernt:

Am weitesten fortgeschritten ist die Entwicklung in Basiseinheit B VII, in der sich schon die gegen Beweidung sehr empfindlichen Arten *Linaria vulgaris*, *Rumex crispus* und *Hieracium umbellatum* eingefunden haben. Auch die Anhäufung stärkerer O_f -Lagen ist wohl der Einstellung der Beweidung zu verdanken. Der nächste Entwicklungsschritt besteht in einem flächenhaften Absterben von *Festuca ovina*, ein Vorgang, der bereits an einigen Punkten auf dem Grünen Brink/Fehmarn zu beobachten ist, und in der Folge dieses "Zusammenbruchs" der *Galium littorale*-*Festuca ovina*-Gesellschaft stellen sich nunmehr (nahezu) einartige Bestände von *Achillea millefolium*, *Linaria vulgaris*, *Rumex crispus* oder *Agropyron repens* ein. Die in Einheit B VII durch einzelne Exemplare von *Linaria vulgaris* und *Rumex crispus* bereits angedeutete ruderale Tendenz ist damit zum vollen Durchbruch gelangt.

Wohl bedingt durch die starken O_f -Lagen, können sich andererseits *Campanula rotundifolia*, *Luzula campestris*, *Avena pubescens* und *Thymus pulegioides* nicht mehr durchsetzen.

Von Rindern beweideter
Festuca ovina - Rasen

Tabellen-Nr.	547 Schleimünde(1326)
Aufnahme -Nr.	532 Schleimünde(1326)
Aufnahme -Ort	509 Schleimünde(1326)
	548 Schleimünde(1326)
	545 Schleimünde(1326)
	544 Schleimünde(1326)
	533 Schleimünde(1326)
Artenanzahl der Kräuter	17 17 13 12 12 12 16
Artenanzahl der Moose	2 1 1 1 1 1 1
mittlere Artenanzahl	14,1; 0
Bedeckung durch Kräuter (%)	80 55 55 60 60 55 65
mittlere Bedeckung (%)	5 5 5 10 25 5
Krautschichtl.	61,9; 0
<u>Lokale Kennart der Galium littoralis -Festuca ovina -Gesellschafts-</u>	60 30 30 35 20 40 40
(außerdem abgestorben)	151(40/40/5)
<u>Arten offener Böden.</u>	(2035)
Geranium molle	+ 2 + 1 + +
K Trifolium arvense	+ + 1 + +
?v Erodium glutinosum	+ + 5 1 +
O Aira praecox	+ + +
K Sedum acre	+ + +
Geranium pusillum	+ + +
<u>Stickstoffzeiger.</u>	
Agropyron repens	3 3 2 10 1 5
Stellaria media	+ + +
Solanum nigrum	+ + +
<u>übrige Arten der Corynephoretalia u der Sedo-Scleranthetea:</u>	
Armeria maritima var. int.	10 1 5 1 8 5 10
Rumex acetosella	2 3 1 6 2 3 1
Carex arenaria	5 5 1 2 1 + +
Vicia lathyroides	+ + + + +
Potentilla argentea	+ + + +
<u>übrige Arten:</u>	
Gallium mollugo	5 10 1 5 8 8 2
Agrostis tenuis	1 5 6 3 4 5
Achillea millefolium	+ 1 4 10 + 1
Plantago lanceolata	+ + + +
<u>Mooschicht:</u>	
Hypnum cupressiforme	
var. acuminatum	4 5 5 5 10 25 5

Außerdem kommen vor: je zweimal Potentilla reptans in 1+, 4+, Horkenya pefloides in 1+, 5,2; Cerastium holosteoides in 2+, 7+, Lotus corniculatus in 3+, 6+, Pimpinella saxifraga in 3+, 7+, Taraxacum officinale in 6+, 7+, je einmal Poa pratensis in 1+, Festuca rubra in 1+, Plantago major in 1+, Rhizodiadelphus squarrosum in 11.

V = Kennart des Corynephoretalia albensantis, 0 = Kennart der Corynephoretalia canescens, K = Kennart der Sedo - Scleranthetea, M = Moos.

A = Pruno -Crataegetum Hueck 1931

B =Quercus robur -Gebüsch

C =Glechoma -Quercus robur -Wald

D=Festuca altissima-Fagus sylvatica-Gesellschaft

A	B	C	CIIa	CIIb	D
Tabellen-Nr.					25 26
Aufnahme-Nr.					N 2
Aufnahme-Ort					Noer
Artenanzahl ohne Moose					(1525)
mAz der Basiseinheiten					N 1
mAz der Gesamtgesellschaften					Noer
Kronenschluß der Hausschicht (%)					(1526)
Höhe der Hausschicht(m)					(1526)
Bedeckung i.d.Krautschicht (%)					(1526)
<u>Hausschicht:</u>					
<u>Kennarten der Prunetalia spinosae:</u>					
Prunus spinosa	98 5 50	1			
Rosa canina	6020 5	1			2
Euonymus europaeus	30 70 1				
Crataegus laevigata	65 10				50
Crataegus monogyna	20		4025	7 20	50
Rhamnus cathartica				.25	5
dominierende Art in B.C:					
Quercus robur	5				
<u>Kennarten der Fagetalia(F) u. der Quero-Fagetea(O):</u>					
F Fraxinus excelsior	2.	5	35	25	
F Acer pseudoplatanus	20	70	3	5	
Q Malus sylvestris			35		
Q Acer campestris					
<u>Kennart des Fagion:</u>			35		
Fagus sylvatica					5 4540
<u>Übrige Arten:</u>					75 65
Pyrus pyraster	35				
Sambucus nigra					
Ilex aquifolium					
<u>Strauchsicht von B.C.D:</u>					
<u>Kennarten der Prunetalia spinosae:</u>					
Crataegus monogyna	1		30 30 3	30 25	4
Rosa canina	25 12		2 + 5 1 1	1	30 5 3
Prunus spinosa	5 5		2		
Crataegus laevigata			15		
Berberis vulgaris (gepfanzt)			2		
Ribes grossularia					5
Euonymus europaeus					
<u>weitere Kennarten der Quero -</u>					
<u>Fageted:</u>					
Ribes rubrum var sylvestre			+ +		5 5 1 1 2
Acer pseudoplatanus				1	5 1
Fagus sylvatica					1
Corylus avellana			1		
Malus sylvestris					1 1 5
<u>Übrige Arten:</u>					
Lonicera periclymenum			1		
<u>Krautschicht:</u>					
<u>Kennarten des Chelidonio-</u>					
Alliarietum:					
Alliaria officinalis	30 35 20 5 10	10 3	1 25	+ 5 10 1 3 3 5	+
Chaerophyllum temulum	10 15	10 15 15	2 1 10	5 20 6	5
<u>Kennarten des Geo-Alliarion:</u>					
Moehringia trinervia	10 5 1 5 15 15	5 8 7	20 8 + 1 5	1 1 2 10 2 2 1	1 2
Geum urbanum	5 + 2 5 1 25	2 3	1 5 + 1 2	1 + 6 1 2 + + +	1 4
Geranium robertianum	10 10 5 2 5	1 1	1 1 5 5	1 1 2 2 2 1 1	1 1
Stellaria media ssp. neglecta				1 1 + + + +	
Lapsana communis					
Epilobium montanum					1
<u>Kennarten der Galio-Alliarietalia</u>					
<u>u. der Artemisieta:</u>					
Galium aparine	10 20 15 10 7 2	1 12 5	10 5 10 1 10	2 3 3 4 10 2 1 2	1 2
Urtica dioica	10 2	15 5 1	5 10 1 1 4	3 1 3 12 10 10	1
Glechoma hederacea		5	35 30 10	15 30 2 2 10	3 2 25 15 1 2
Aegopodium podagraria			5		10
<u>Kennarten der Prunetalia spinosae:</u>					
Rosa canina Kr.	1		2	+ +	1 +
Crataegus monogyna Kr.				+	1
Euonymus europaeus Kr.					
Prunus spinosa Kr.			1		
Viburnum opulus Kr.					
Humulus lupulus					
<u>Kennarten der Fagetalia sylvatica(Flu. der Quero-Fagetea(O):</u>					
F Stellaria holostea	15 1	1 1	1 + 1 +	5 5	4
Q Adoxa moschatellina	v v v	v	10 + 15 2 5	1 2	10
F Polygonatum multiflorum		1	1 1	3 3 5 25	1
F Ficaria verna			5	+ +	3 1
F Fraxinus excelsior Kr.					
F Scrophularia nodosa					
<u>Trennarten C u. D gegen A u. B:</u>					
Q Anemone nemorosa	1		20 10 10 25 15	1 v	2 5 2 1
LKC,F Dryopteris filix-mas	1			1	2 12 6 2 2
dC,F Milium effusum	25			5 2	1 5 4 3 3
<u>Trennarten C:</u>					1 3
LKC,O Hedera helix	+ 1				2 +
LKC,F Melica uniflora					
LKC,F Galium odoratum					
<u>differenzierende Arten in C,</u>					
<u>gleichzeitig Trennarten C:</u>					
LKC,F Brachypodium sylvaticum	1				
LKC,F Gagea spathacea					
LKC,F Campanula trachelium					
LKC,F Mercurialis perennis					
LKC,F Stachys sylvatica					
F Festuca gigantea					
F Acer pseudoplatanus Kr.					
Q Convallaria majalis(mel)					
<u>Kennart D:</u>					
Festuca altissima					
<u>weitere Trennarten D:</u>					
Majanthemum bifolium					
M Minium hornum					
<u>Übrige Arten:</u>					
Dactylis glomerata	5 1 1 6	5 2	3 5 2 1	5 2 1 + 2 3 1 2	1 2
Polygonum convolvulus	+ 2 1	20 6	1 + + +	+ r 1 1	+
Taraxacum officinale					
Arrhenatherum elatius	+ + 1				
Rubus caesius	1 5 6	2 6			
Calamagrostis epigelos	1 + 3				
Rubus fruticosus coll.					
Heracleum sphondylium					
Quercus robur Kr.					
Poa trivialis					
Agropyron repens					
Sedum maximum					
Oxalis acetosella					

Galeopsis spec. in 4 +, 16 +, 17 +; *Anthriscus sylvestris* in 4, 5, 2, 17, 1; *Poa pratensis* in 6 +, 9, 2, 10 +; *Carex arenaria* in 7, 18, 2, 18 +; *Rumex acetosa* in 9, 12, 2, 24 +; *Viola riviniana* in 15 +, 16, 1, 24 +; *Rubus idaeus* in 15, 1, 19, 8, 25, 1, je zweimal; M *Molinium undulatum* in 11, 3, 1; *Eurhynchium* spec. in 15, 6 +; *Poa angustifolia* in 21, 9, 1; *Pimpinella saxifraga* in 2 r, 3 r; *Solanum dulcamara* in 4 +, 5 +; *Arctium minus* in 4 +; 5 +; *Agrostis tenuis* in 7, 1, 24 +; *Equisetum arvense* in 10 +, 21 +; *Veronica hederifolia* in 12, 1, 14, 2; *Holcus mollis* in 15, 5, 21 +; *Sorbus aucuparia* Kr. in 16 r, 26 +, je einmal; M *Molinium affine* in 11; *Melandrium rubrum* in 4 +; *Cirsium vulgare* in 5 +; M *Brachythecium rutabulum* in 5, 5; *Festuca ovina* s.ssp. in 16 r; *Lactuca muralis* in 26 +.

dC=gleichzeitig differenzierende Art. in C; LKC=lokale Kennart der Einheit C; M=Mos

Wir beobachten im Falle der *Festuca ovina*-Rasen des USG eine auffallende Parallele zu zahlreichen anderen Vegetationstypen des mitteleuropäischen Raumes, in erster Linie Grünlandgesellschaften, die noch vor wenigen Jahrzehnten für natürlich gehalten wurden, sich aber nach dem Rückgang des Wirtschaftseinflusses (Mahd, Weide) oft innerhalb weniger Jahre grundlegend gewandelt haben.

Im übrigen darf gefragt werden, ob sich die *Festuca ovina*-Gesellschaft unter vom Menschen unbeeinflußten Verhältnissen nicht allgemein schon auf einer relativ frühen Stufe bewaldet hätte.

RAABE konnte noch 1950 schreiben: "Nirgends können wir beobachten, daß etwa aus einer *Festuca ovina*-*Galium littorale* Gesellschaft sich ein unmittelbar folgender Wald entwickelt" (a.a.O., S. 32). Nach dem Aufhören des Weidebetriebs stellen wir nunmehr allenthalben (z.B. Kronsart bei Aschau, Bottsand, Weißenhäuser Strand, Kellenhusen, Grüner Brink/Fehmarn) fest, daß innerhalb des Schafschwingelrasens Bäume und Sträucher aufkommen, so u.a. *Crataegus monogyna*, *Rosa canina*, *Prunus spinosa*, *Quercus robur*, *Betula verrucosa*. Es ist zu erwarten, daß die Entwicklung eines Tages - über ein geschlossenes Gebüschtstadium - in einen Wald einmündet.

Ein sehr wahrscheinlich aus der *Galium littorale*-*Festuca ovina*-Gesellschaft hervorgegangener, von vegetationskundlicher Seite bisher nicht beachteter Wald steht auf dem Sandstrand bei Noer. Auf die dortigen Verhältnisse soll weiter unten näher eingegangen werden.

Die synsystematische Zuordnung der *Galium littorale*-*Festuca ovina*-Gesellschaft stößt, zumal sich der *Festuca ovina*-Rasen des USG im Umbruch befindet, auf einige Schwierigkeiten. Wohl bestehen gewisse Beziehungen zum *Festuco-Galietum maritimi* (= *Festuca capillata*-*Galium littorale*-Assoziation) Br.-Bl. et De Leeuw 1936 als auch zum *Diantho-Armerietum Krausch* 1959 (= *Festuca ovina*-*Thymus angustifolius*-Assoziation Tx. 1937 pp.). Da der Verf. bezüglich der Affinitäten der *Festuca ovina*-Rasen des USG zu diesen und anderen Einheiten noch zu keinem abschließenden Urteil gelangt ist, soll der vorliegende Typ zunächst ranglos bleiben.

Nach TÜXEN (briefl.)¹⁾ ist die *Galium littorale*-*Festuca ovina*-Gesellschaft dem Verband *Koelerion albescentis* Tx. 1937 zuzusprechen (Vorkommen von *Galium verum* var. *littorale*, *Jasione montana* var. *littorale* und *Viola tricolor* ssp. *curtisii*); die Einheit gehört damit in die Ordnung *Corynephoretalia canescens* Tx. 1937 em. Krausch 1962 (Vorkommen von *Carex arenaria*, *Corynephorus canescens* und *Cornicularia muricata*). Betont sei jedoch, daß die Gesellschaft bereits eine deutliche Tendenz zur Ordnung *Festuca-Sedetalia* Tx. 1951 em. Krausch 1962 er-

1) Herrn Prof. Dr. Drs. h. c. R. TÜXEN sei herzlich für die kritische Durchsicht der Tabelle gedankt!

kennen läßt (Erscheinen von *Armeria elongata*, *Vicia lathyroides* und *Thymus serpyllum*).

Der Sedo-Scleranthetea -Charakter der Gesellschaft wird durch die genannten Spezies sowie durch eine Reihe von Klassenkennarten (*Hieracium pilosella*, *Rumex acetosella*, *Polytrichum piliferum*, *Cornicularia muri-cata*, *Cladonia furcata*) überzeugend belegt.

FUKAREK (1961) betrachtet das *Helichryso-Jasionetum* Libbert 1940, das im Bereiche der mittleren Ostsee (Darß) auftritt, und das sich östlich anschließende *Helichryso-Artemisietum balticum* Fukarek 1961 als zu den *Festuca ovina*-Dünengesellschaften der westlichen Ostsee- und der Nordseeküste vikariierende Einheiten. WESTHOFF und DEN HELD (1969) fassen die genannten Gesellschaften jedoch als Vikarianten des *Violo-Corynephoretum* (Böch. 1941) Westh. 1947 auf.

4.4.2. Die *Ononis repens*-*Festuca trachyphylla*-Gesellschaft (Vegetationstabelle 9; Profiltabelle 5)

Im Strandgebiet zwischen Dahme und Süssau tritt großflächig ein zur *Galium littorale*-*Festuca ovina*-Gesellschaft vikariierender Schafschwingelrasen auf, in dem *Festuca ovina* s. str. durch *Festuca trachyphylla*¹⁾ ersetzt wird (vgl. Abb. 10).

Die vom "typischen" Schafschwingelrasen abweichende soziologische Struktur der als "*Ononis repens*-*Festuca trachyphylla*-Gesellschaft" bezeichneten Einheit erklärt sich offensichtlich aus speziellen edaphischen Gegebenheiten bzw. deren Zusammenwirken mit einer besonderen klimatischen Faktorenkonstellation.

Sind die Böden unter der *Galium littorale*-*Festuca ovina*-Gesellschaft völlig oder doch fast völlig entkalkt, so besitzt der Boden unter dem vorliegenden Vegetationstyp - die obersten ein bis zwei Zentimeter ausgenommen - noch nennenswerte CaCO_3 -Gehalte (vgl. Profiltab. 5). Die durch den Karbonatgehalt bedingte gute Pufferung äußert sich in relativ hohen pH-Zahlen, die in den untersuchten Profilen noch in 10 cm Tiefe stets oberhalb des Neutralpunktes liegen.

Kombiniert mit diesen edaphischen Verhältnissen ist die Einwirkung eines schon relativ kontinental getönten Klimas: Die mittlere jährliche Niederschlagssumme beläuft sich im Verbreitungsgebiet der Gesellschaft auf 550 - 600 mm (vgl. Abb. 1).

1) Eine eindeutige taxonomische Zuordnung der derben, blaugrünen *Festuca* war nicht möglich. Die hier vorgenommene Ansprache ist daher als provisorisch aufzufassen.

Als Trennarten gegenüber der (auf sauren Substraten stehenden) Galium littorale-Festuca ovina-Gesellschaft figurieren einige Anzeiger kalk- bzw. allgemein basenreicher Böden: *Ononis repens*, *Thymus pulegioides*, *Helichrysum arenarium*, *Convolvulus arvensis* (vgl. OBERDORFER 1970) sowie *Hypnum cupressiforme* var. *lacunosum* (vgl. GAMS 1973).

In dem Vorkommen von *Convolvulus arvensis* und *Helichrysum arenarium* schlägt sich gleichzeitig die klimatische Lage des Gebietes nieder:

Es wurde bereits festgestellt, daß *Convolvulus arvensis* seinen Schwerpunkt in den weniger atlantisch bestimmten Landesteilen hat, und *Helichrysum arenarium*, eine Art (euras)kont Verbreitung (vgl. MEUSEL u.a. 1943), steht in SH an der Westgrenze ihres Areals und ist im Lande im wesentlichen auf den Südosten beschränkt.

Festuca trachyphylla (= "Festuca glauca") besitzt nach RAABE (1951) in SH das Optimum ihres Vorkommens gleichfalls in den südöstlichen Landesteilen. Ob dieses Taxon - wenigstens bei uns - durch Kalk im Boden gefördert wird, bedarf der näheren Klärung. Auffallend ist immerhin, daß diese Pflanze auch im niederschlagsärmsten Teil des USG, auf dem Grünen Brink/Fehmarn, auf den dortigen entkalkten Böden durch *Festuca ovina* s.str. ersetzt wird.

Wenn andererseits das allgemein an saure Substrate gebundene *Dicranum scoparium* ein Hauptbestandteil der *Ononis repens*-*Festuca trachyphylla*-Gesellschaft ist, dann erklärt sich dies daraus, daß die hier vorhandenen Böden ganz oberflächlich bereits entkalkt sind, was eine pH-Depression bis auf Werte um 5,0 bewirkt hat (vgl. Profiltab. 5). Nicht selten hat sich *Dicranum* auch auf abgestorbenen Horsten von *Festuca trachyphylla* eingefunden.

Die Einheit zeigt im Prinzip eine ähnliche Untergliederung wie die Galium littorale-Festuca ovina-Gesellschaft. Wir unterscheiden:

- a. eine "Phase von *Cladonia impexa*" auf noch relativ humusarmen Böden, auf denen die Flechten noch nicht von konkurrenzkräftigeren Arten verdrängt sind;
- b. eine "Phase von *Pleurozium schreberi*" auf Substraten mit etwas stärkerer Humusanreicherung (Trennarten u.a.: *Pleurozium schreberi*, *Rhytidadelphus squarrosus*, *Poa pratensis*, *Arrhenatherum elatius*).

Interessant ist das Verhalten der (kalkmeidenden) Flechten (in erster Linie *Cladonia impexa*, *Cl. arbuscula*, *Cornicularia muricata*) in der vorliegenden Gesellschaft: Während sich diese in der Galium littorale-Festuca ovina-Gesellschaft sowohl auf dem reinen als auch dem humosen Mineralboden, ferner auf den Dicranum-Polstern einstellen, erscheinen sie in der *Ononis repens*-*Festuca trachyphylla*-Gesellschaft lediglich auf den Polstern von Dicranum und *Hypnum lacunosum*, denn nur hier finden sie offensichtlich die ihnen zusagenden pH-Verhältnisse vor. Die Flechten bringen, wahr-

scheinlich durch Lichtentzug, Dicranum und Hypnum lacunosum schließlich zum Absterben. (Es ist keineswegs so, daß die Moospolster vor einer Besiedlung mit Flechten absterben.)

Hervorzuheben ist ferner, daß die Säurezeiger *Corynephorus canescens* und *Jasione montana*, innerhalb der *Festuca ovina* s. str. -Gesellschaft regelmäßige Bestandteile der *Cladonia*-Phase, in der entsprechenden Einheit des *Festuca trachyphylla*-Rasens fehlen.

Innerhalb der Pleurozium-Phase lassen sich verschiedene Grade der Gesellschaftsentwicklung verfolgen: Während Einheit BI noch *Dicranum scoparium*, *Convolvulus arvensis*, *Helichrysum arenarium* und *Hypnum cupressiforme* var. *lacunosum* enthält, verschwinden diese Arten in Einheit BII, in der sich *Achillea millefolium* mit bedeutenderen Anteilen durchsetzt. Der Anteil der Moose an der Vegetationsbedeckung in Einheit BII geht stark zugunsten der Höheren Pflanzen zurück (mittlere Bedeckung in BI: 58;51;1, in BII: 80;20;0).

Bezüglich der synsystematischen Fassung der *Festuca trachyphylla*-Einheit gelten die gleichen Überlegungen wie bei der *Galium littorale*-*Festuca ovina*-Gesellschaft.

Hinsichtlich der Humusform (Mullartiger Moder i. S. KUBIENAS 1953), des C/N-Verhältnisses und der laktatlöslichen P- und K-Gehalte konnten keine grundlegenden Unterschiede zwischen den beiden Schafschwingel-Gesellschaften festgestellt werden.

4.5. DIE CALLUNA VULGARIS-GESELLSCHAFT (Vegetationstabelle 10; Profiltabelle 6)

Die *Galium littorale*-*Festuca ovina*-Gesellschaft und die *Ononis repens*-*Festuca trachyphylla*-Gesellschaft unterscheiden sich nicht nur in ihren Artenkombinationen, sondern auch in ihrer Weiterentwicklung:

In dem erstgenannten Vegetationstyp siedelt sich an zahlreichen Stellen (Gelting Birk, Bottsand, Heidkate, Weißenhäuser Strand, Grömitz, Rettin, Grüner Brink/Fehmarn) *Calluna vulgaris* an; in der *Festuca trachyphylla*-Einheit hingegen konnte die Heide in keinem einzigen Exemplar aufgefunden werden.

Es läßt sich somit auch hier die allgemein zu beobachtende Tatsache bestätigen, daß *Calluna* kalkreiche Böden meidet.

Innerhalb der atlantischen Zergstrauchheiden (*Calluno-Ulicetalia* (Quant. 1935) Tx. 1937) Mitteleuropas sind bisher im wesentlichen folgende Assoziationen aufgestellt worden:

Vegetationstabelle 9

Profiltafel 5

Ononis repens - Festuca trachyphylla -Gesellschaft

A=Phase von Cladonia impexa

B=Phase von Pleurozium schreberi

A B

I II I II

1 2 3	4 5 6 7	8 9 10 11	12 13 14
745 746 n.Dahme	740 Rosenfeld n.Dahme	737 Rosenfelder n.Dahme	736 Rosenfeld n.Dahme
743 n.Dahme	748a Rosenfeld n.Dahme	752 Rosenfeld n.Dahme	739 Rosenfeld n.Dahme
(1732)	(1732)	(1732)	(1732)
10 14 16	18 13 11 13	15 18 17 25	14 22 30
2 2 4	2 2 2 2	3 3 3 4	2 2 1
1 1 1	2 4 1 1	1 1	
13; 3; 1	14; 2; 2	19; 3; 1	22; 2; 0
	13; 2; 2	21; 3; 1	
	17; 3; 2		
30 30 55	30 35 40 40	40 60 65 65	80 75 85
30 60 50	10 20 40 45	70 50 50 35	20 20 20
50 20 10	75 55 25 25	2 +	
38,47,27	36,29,45	58,51, 1	80,20,0
	37,38,36	69,36, 1	
	53,37,19		

Tabellen-Nr.
Aufnahme-Nr.

Aufnahme-Ort

Artenanzahl der Kräuter
Artenanzahl der Moose
Artenanzahl der Flechten
m Az der Basiseinheiten
m Az der Untergesellschaften
m Az der Gesamtgesellschaft

Bedeckung durch Kräuter(%)
Bedeckung durch Moose(%)
Bedeckung durch Flechten(%)
mittlere Bed. i.d. Basiseinheiten(%)
mittlere Bed. i.d. Untergesellsch(%)
mittlere Bed. i.d. Gesamtgesellsch(%)

Krautschicht:

Lokale Kennart der Gesellsch..

K Festuca trachyphylla

Trennarten gegen die Galium

littoriale -Festuca ovina -Ges.

Ononis repens

Thymus pulegioides

Trennarten A:

F Cladonia impexa

K,F Cladonia furcata

F Cladonia arbuscula

K, Cornicularia aculeata

differenzierende Arten in A:

Rumex acetosella

M Polytrichum piliferum

Ranunculus bulbosus

Trennarten B:

M Pleurozium schreberi

Arrhenatherum elatius

M Rhytidadelphus squarrosus

Poa pratensis

Briza media

Dactylis glomerata

Trifolium campestre

Linum catharticum

differenzierende Arten in B:

M Dicranum scoparium

TAss Convolvulus arvensis

TAss,K Helichrysum arenarium

M Hypnum cupressiforme var.lac

25 60 35	10 10 25 35	60 35 15 3
1 1 +	1 + +	+ + +
2	1 2 2	2 1 +
10	2 10 15 15	3 12
1	+ r	14-3-15
3 1 3	6 1 3 2	5 5 3 3 4 1
2 3 1	1 2 1 2	1 2 1 + 2 + +

2 10 15	6 3 + 10	15 25 10 2	1 3
2 3 2	1 3 1	5 5 5	2 1
	+ r	+ 1 +	1 +
		+	
		+	
	2		

r + + 1 + 2 1 + 1 r 1 2 3 3
+ + r + + 5 + + + 1 + 1 +
+ + 1 + 1 + 1 r 2 3 3 1
+ + + + 1 + + 1 1
+ + + + 1 + + + +
+ + 1 + + + + 2
1 1 1 +

Außerdem kommen vor: je zweimal Agropyron x acutum in 3 +, Festuca ovina s.str. in 3 2, 10 1; Medica lupulina in 7 +, 14 +, je einmal Lotus corniculatus in 4 +, Botrychium lunaria in 7 2, Euphrasia stricta in 11 +, Trifolium minus in 11 r, Trifolium repens in 11 +, Cirsium acaule in 11 +, Fl Cladonia spec. in 11 +, Ammophila x baltica in 12 1, Elymus arenarius in 12 +, Vicia hirsuta in 13 +, Agropyron repens in 13 +, Leontodon autumnalis in 14 r, Agrimonia eupatoria in 14 r, Holcus lanatus in 14 +, Centaurea jacea in 14 +, Lathyrus pratensis in 14 +, Carex hirta in 14 +, Viola canina in 14 +

TAss = Trennart der Ass. gegen die Galium littoriale -Festuca ovina -Ges.

K = Kennart der Sedo-Scleranthetea, M = Moos, Fl = Flechte

Vegetationstyp	Ononis repens-Festuca trachyphylla -Gesellschaft		
	Phase von Cladonia impexa	Phase von Pleurozium schreberi	
Bodentyp	Ranker	Ranker	Ranker
Profil-Nr.	82	83	81
Fundort			Rosenfelder Strand (1732)
Profilaufbau			
Meßdaten			
Glühverlust (%)	A _{h1} 9,3 A _{h2} 0,85 IIc ₄₅₋₅₅ 0,2 IIIc ₆₀₋₈₀ 0,2	A _{h1} 8,5 A _{h2} 1,75 C ₁₀₋₂₀ 0,2 C ₂₀₋₄₀ 0,1 C ₆₀₋₈₀ 0,2	A _{h1} 2,8 A _{h2} 0,3 C ₆₀₋₈₀ 0,1
C (%) N (%)	A _{h2} $\frac{0,308}{0,021} = 14,7$	A _{h2} $\frac{0,680}{0,067} = 10,2$	A _h $\frac{0,976}{0,112} = 8,7$
pH(nKCl)	A _{h1} 4,9 A _{h2} 7,4 C ₂₀₋₄₀ 7,4 IIc ₄₅₋₅₅ 7,4 IIIc ₆₀₋₈₀ 8,55	A _{h1} 5,0 A _{h2} 6,85 A _{h3} 7,3 C ₂₀₋₄₀ 7,9 C ₄₀₋₆₀ 8,6 C ₆₀₋₈₀ 8,4	A _{h1} 6,5 A _{h2} 7,9 C ₄₀₋₆₀ 8,2 C ₆₀₋₈₀ 8,1
CaCO ₃ (%)	A _{h1} Spur A _{h2} 1,9 C ₂₀₋₄₀ 2,9 IIc ₄₅₋₅₅ 1,3 IIIc ₆₀₋₈₀ 1,5	A _{h1} 0,02 A _{h2} 0,3 A _{h3} 0,9 C ₂₀₋₄₀ 1,1 C ₄₀₋₆₀ 6,2 C ₆₀₋₈₀ 1,8	A _{h1} Spur A _{h2} 0,8 C ₄₀₋₆₀ 1,0 C ₆₀₋₈₀ 1,2
P ₂ O ₅ (mg/100gB)	A _{h1} 6 IIc ₄₅₋₅₅ 2	A _{h2} 2 C ₂₀₋₄₀ 2	A _{h1} 3 C ₂₀₋₄₀ 1
K ₂ O(mg/100gB)	A _{h1} 13 IIc ₄₅₋₅₅ 4	A _{h2} 2 C ₂₀₋₄₀ 1	A _{h1} 4 C ₂₀₋₄₀ 1

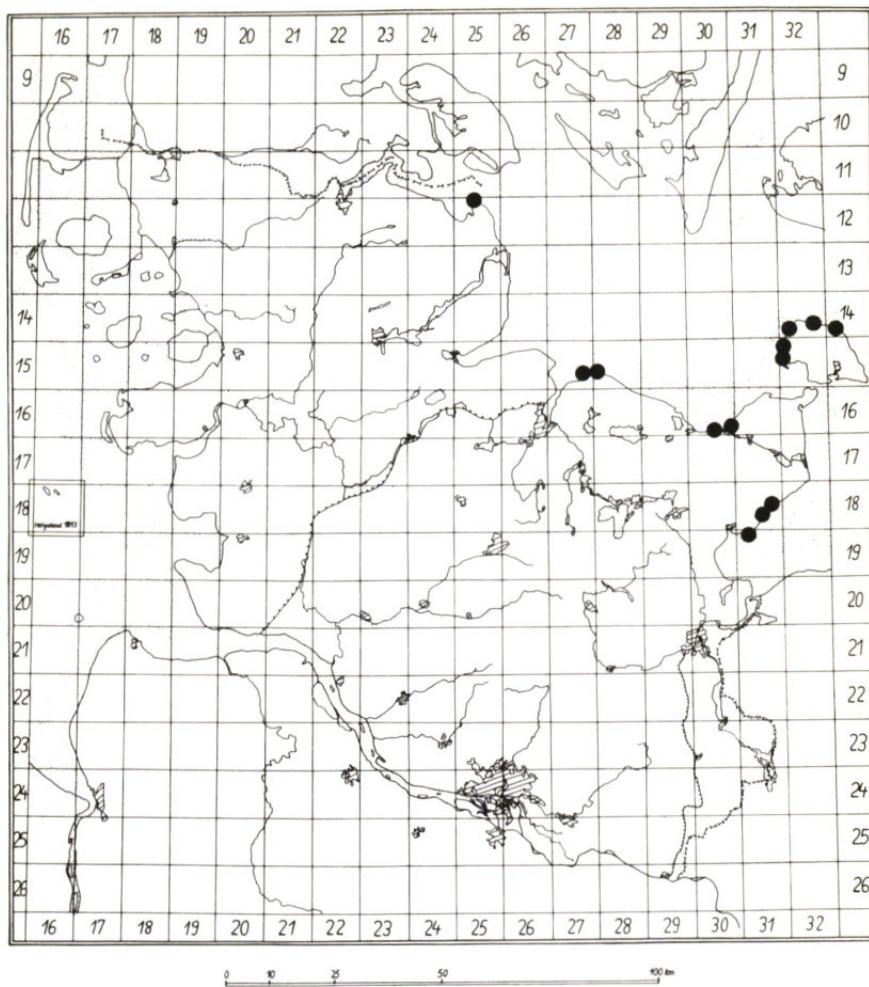


Abb. 15 Verbreitung der *Calluna vulgaris*-Gesellschaft

1. aus dem Verband Calluno-Genistion Duvign. 1944

- a. das Calluno-Genistetum pilosae (Tx. 1937) Prsg. 1953 mit den Assoziations-Kennarten *Genista pilosa* und *Genista anglica*;
- b. das Cladonio-Callunetum Pass. 1964, eine Einheit, die außer *Calluna vulgaris* und *Hypnum cupressiforme* var. *ericetorum* fast nur Flechten, diese allerdings in einer großen Anzahl, enthält;
- c. das Calluno-Vaccinietum Bük. 1942, die Hochheide, mit *Vaccinium vitis-idaea* und *Vaccinium myrtillus* als Begleitern;
- d. das Calluno-Genistetum germanicae (Tx. 1937) Oberd. 1957 (= Calluno-Antennarietum Tx. 1937) mit der Assoziations-Kennart *Genista germanica*;
- e. das Calluno-Cytisetum (Prsg. 1953) Oberd. 1957, das dem Calluno-Genistetum germanicae nahesteht, von diesem aber durch die Trennarten *Cytisus nigricans*, *Polygala chamaebuxus*, *Cytisus supinus* u.a. geschieden ist;

2. aus dem Verband Empetrium boreale Böch. 1943, den Küstenheiden, als einzige Assoziation das Salici-Empetretum Tx. 1950 mit der Kennart *Empetrum nigrum* und (n. WILMANNS 1973) der Trennart *Polypodium vulgare*;

3. aus dem Verband Sarothamnion Tx. apud Prsg. 1949 das Calluno-Sarothamnetum Malc. 1929 mit der Kennart *Sarothamnus scoparius*.

Die *Calluna*-Heiden des USG lassen sich keiner der genannten Assoziationen zwanglos zuordnen. Allenfalls besteht eine schwache Tendenz zum Salici-Empetretum, so aufgrund des Vorkommens von *Polypodium vulgare* in einigen Beständen sowie aufgrund des Auftretens von *Empetrum nigrum* in der Küstenheide bei Grömitz, doch nimmt die Art dort nur wenige qm ein. Mit dem Salici-Empetretum hat die Heide des USG ferner das Fehlen von *Carex pilulifera* gemeinsam, die innerhalb des Calluno-Genistetum mehr oder weniger verbreitet ist. (vgl. u.a. TÜXEN 1937; OBERDORFER 1959; PASSARGE 1964; RAABE 1964).

Gegenüber den nordwestdeutschen Heiden des Binnenlandes (Calluno-Genistetum pilosae, u.U. auch Cladonio-Callunetum) unterscheidet sich die *Calluna*-Heide der sh Ostseeküste außer durch das (fast völlige) Fehlen der Genista-Arten u.a. durch die Abwesenheit von *Cuscuta epithymum*, *Scorzonera humilis*, *Arnica montana*, *Carex pilulifera*, *Juniperus communis*.

Die *Calluna vulgaris*-Gesellschaft des USG lässt sich in zwei größere soziologische Komplexe gliedern:

- a. die "Untergesellschaft von *Hydrocotyle vulgaris*";
- b. die "Untergesellschaft von *Dicranum scoparium*".

4.5.1. Die Untergesellschaft von *Dicranum scoparium*

Diese Einheit ist an grundwasserferne Böden gebunden und durch die nässemeidenden Trennarten *Dicranum scoparium* und *Parmelia physodes* charakterisiert (wobei die letztgenannte Art weitgehend auf die Äste von *Calluna* beschränkt ist und daher nur mit Bedenken mit den übrigen Arten in einer Aufnahme bzw. Tabelle vereinigt werden darf).

Die Untergesellschaft von *Dicranum scoparium* zeigt eine aufschlußreiche Differenzierung:

Die in BI vereinigten Aufnahmen enthalten als Relikte der *Cladonia*-Phase der *Galium littorale*-*Festuca ovina*-Gesellschaft noch die an sehr trockene (humusarme!) und offene Substrate gebundenen Arten *Hypochoeris radicata*, *Polytrichum piliferum*, *Cornicularia tenuissima* und *Cladonia furcata*.

Im Zuge einer verstärkten Humusanreicherung und der damit verbesserten Wasser- und Nährstoffverhältnisse setzen sich *Pleurozium schreberi* und *Deschampsia flexuosa* durch. Beide Spezies figurieren als Trennarten der "Variante von *Pleurozium schreberi*".

In den Anfangsstadien dieser Einheit halten sich noch *Cladonia impexa* und *Cl. arbuscula*, die im übrigen als Trennarten der "Cladonia-Phase" innerhalb der trennartenfreien Subvariante der *Pleurozium*-Variante betrachtet werden.

Die *Cladonia*-Phase weicht schließlich einer Optimalphase, in der *Calluna* am vitalsten entwickelt ist. Das Heidekraut verdrängt hier nun einerseits die (lichtbedürftigen) Flechten *Cladonia impexa* und *Cl. arbuscula*, andererseits schafft es offensichtlich ein günstiges Kleinklima für *Polypodium vulgare*, das allgemeine eine Bindung an ein luftfeuchteres bzw. kühleres Mikroklima erkennen lässt. VAN DIEREN (1934) hat durch Messungen belegt, daß die Nordhänge von Dünen mikroklimatisch beträchtlich feuchter sind als die Südhänge. Diese Tendenz kommt im USG dadurch zum Ausdruck, daß sich *Polypodium* bevorzugt an nord- bis nordwest-exponierten Dünenhängen ausbreitet, wie dies besonders anschaulich bei Grömitz zu beobachten ist. Auch im Beobachtungsgebiet VAN DIERENS (1934) (Westfriesische Inseln) tragen die Nord- und Nordosthänge eine *Polypodium*-reiche Heide, während die südexponierten Hänge von einer andersgearteten Vegetation eingenommen werden.

Hat die Heide ein bestimmtes Alter erreicht, dann stirbt sie ab, und durch den nunmehr größeren Lichteinfall auf den Boden wird den Flechten wieder der Zutritt ermöglicht, so daß erneut eine *Cladonia*-Phase entsteht.

Bei Vertritt bzw. Beweidung kann sich *Calluna vulgaris* nicht mehr so kräftig entfalten wie in der Optimalphase; es siedeln sich dann *Galium saxatile*, *Rumex acetosella* und *Luzula campestris* an, Arten, die TÜXEN (1937) unter den Trennarten seines damals (provisorisch) aufgestellten "Calluno-

"Genistetum nardetosum" nennt. Als Standort dieser Gesellschaft gibt TÜXEN "stark betretene Stellen (Schafrüften)" an. Auf (ehemaligen) verstärkten Weideeinfluß könnten auch die im Boden unter dieser Einheit angetroffenen Gehalte an laktatlöslichem Phosphor und Kali hindeuten, die weit oberhalb der sonst für die Heiden des USG ermittelten Werte liegen (vgl. Profiltab. 6).

Auf Fehmarn, das ja in vegetationskundlicher Hinsicht allgemein eine Sonderstellung innerhalb Schleswig-Holsteins einnimmt (vgl. u.a. RAABE 1950), erfährt auch die Calluna-Gesellschaft eine besondere Ausprägung:

So vermissen wir Polypodium vulgare und Deschampsia flexuosa in den Heiden Fehmarns völlig. (Deschampsia flexuosa ist von der Insel bislang überhaupt noch nicht nachgewiesen worden). Pleurozium schreberi, das z.B. auf dem Grünen Brink nur in kleinen Nestern erscheint, wird hier weitgehend durch Hypnum cupressiforme var. ericetorum ersetzt. Es ist möglich, daß die genannten Besonderheiten auf das relativ kontinental geprägte Klima Fehmarns zurückgehen.

Über das fast völlige Fehlen von Empetrum nigrum hinaus unterscheiden sich die Heiden des USG (Fehmarn hier ausgenommen) gegenüber denen der sh Nordseeküste (Sylt, Amrum, St. Peter) durch ein reichlicheres Vorkommen von Deschampsia flexuosa (vgl. RAABE 1964; HEYKENA 1965). Diese Erscheinung ist offensichtlich in erster Linie edaphisch bedingt, denn Deschampsia flexuosa tritt erst bei einer gewissen Humusanreicherung auf, und der Durchschnitt der Heiden der Dünen der sh Nordseeküste scheint jüngeren Alters und humusrämer zu sein als der Durchschnitt der Calluna-Bestände der sh Ostseeküste. Hierauf weist auch das vergleichsweise stärkere Hervortreten der an relativ offene, humusarme Sande gebundenen Spezies Ammophila arenaria und Jasione montana in den Heiden der sh Nordseeküste hin (vgl. RAABE 1964; HEYKENA 1965).

Dem Einfluß der Winde (stärkere Winde an der sh Nordseeküste) kommt demgegenüber in diesem Zusammenhang wohl nur eine zweitrangige Bedeutung zu. Dies belegt auch die Beobachtung, daß Deschampsia flexuosa etwa auf Sylt auf den Altmoränenkernen (z.B. Kampener Heide) erheblich reichlicher gedeiht als in den unmittelbar benachbarten Dünengebieten der Insel. Die dortigen Altmoränengebiete zeichnen sich aufgrund einer länger ruhenden Oberfläche durch eine relativ starke Humusanreicherung aus; hinzu kommt hier u.U. noch ein gewisser Tongehalt des Bodens, der wie die Humussubstanz die Wasserkapazität des Bodens erhöht.

Calluna beeinflußt die biologische Aktivität und - damit in engem Zusammenhang stehend - den Nährstoffgehalt des von ihr besiedelten Bodens äußerst negativ:

Legen wir als Maßstab für die Zersetzungsfähigkeit pflanzlicher Rückstände

Calluna vulgaris - Gesellschaft

A=Untergesellschaft v. Hydrocotyle vulgarisB=Untergesellschaft v. Dicranum scoparium

BI=Initialphase

BII=Variante v. Pleurozium schreberi

BIIa=trennartenfreie Subvariante

BIIa₁=Cladonia - Phase (Initial- u. Degenerationsphase) BIIa₂=Optimalphase

BIIb=Subvariante v. Galium saxatile

BIII=Variante v. Hypnum ericetorum

A	BI	BII	BIII
		BIIa ₁ BIIa ₂	BIIb

Tabellen-Nr.

Aufnahme - Nr.

Aufnahme - Ort

Artenanzahl der Kräuter	6	11	23	26	917
Artenanzahl der Moose	7	17	923	706	Heidkate
Artenanzahl der Flechten	8	17	920	705	Grüner Brink
mAz der Basiseinheiten	9	17	921	704	(1433)
Bedeckung durch Kräuter (%)	10	18	Heidkate	Grüner Brink	(1433)
Bedeckung durch Moose (%)	13	19			(1433)
Bedeckung durch Flechten (%)	14	20			(1433)
mittlere Bed.i.d. Basiseinheiten (%)	15	21			(1433)
lokale Kennart der Gesellschaft:					
O Calluna vulgaris	5065	808030	6560555060	5075605035	70809090859080
Trennarten A:					656075
Hydrocotyle vulgaris	21	3610			8090859085
Carex fusca	+4	1220			
Potentilla erecta	82	101020			
differenzierende Arten in A:					
Molinia caerulea	4051				
Carex arenaria			+1+22	+1+2+	+1+
Festuca ovina s.str.			1++1	+21+5	1++2
TBIIb Sieglingia decumbens					+1
Trennarten B:					
M Dicranum scoparium	10102112				
Fl Parmelia physodes	11				
Trennarten BI:					
Fl Cornicularia aculeata	1051155				
M Polytrichum piliferum	101315225				
Hypochoeris radicata	11				
Fl Cladonia gracilis	+51				
Trennarten BII gegen BI u. BIII:					
dA M Pleurozium schreberi	10311520				
dA Deschampsia flexuosa	11				
Trennarten BIIa gegen BIIa ₂ :					
Fl Cladonia impexa	10311520				
Fl Cladonia arbuscula	520304520	301040	12++		
Trennart BIIa ₂ :					
Polypodium vulgare	553	1011025			
Trennarten BIIb:					
Galium saxatile			+23212+		
Rumex acetosella					
Luzula campestris					
Trennart BIII:					
M Hypnum cupressiforme vareric					
übrige Arten:					
Hieracium umbellatum					
Agrostis tenuis	+	11			
Hieracium pilosella					
Ammophila arenaria					

Außerdem kommen vor: je zweimal: Hieracium laevigatum in 1, 2, 10 +; Holcus lanatus in 5, 1, 25 +; Fl. Cornicularia muricata in 11, 1, 16, 35; Campanula rotundifolia in 20 +, 22 +; je einmal: Nardus stricta in 11; Juncus conglomeratus in 2 +; Juncus squarrosum in 2 +; Eriophorum angustifolium in 21; Salix repens in 21; M Aulacomnium palustre in 21; Carex panicea in 51; Lythrum salicaria in 5 +; Fl. Cladonia spec. in 7, 3; Viola canina in 8 +; Anthoxanthum odoratum in 13 +; Populus tremula Str. in 13 +; Betula pubescens Str. in 13 +; M Ceratodon purpureus in 13 +; Elymus arenarius in 14 r; Armeria elongata var. interm. in 15 +; Dryopteris carthusiana in 21 1; Genista anglica in 25 10; Quercus robur in 22 r; Fl. Cladonia alcicornis in 28 5

dA=gleichzeitig differenzierende Art in A; TBIIb = gleichzeitig Trennart BIIb gegen BIIa; 0=Kennart der Calluno-Ulicetalia; M= Moos; Fl=Flechte

deren C_b/N_b -Verhältnis¹⁾ zugrunde, dann liegt dieser Quotient bei Calluna mit einem Wert von 620 extrem ungünstig²⁾, wenn man berücksichtigt, daß eine ungehemmte Zersetzung erst bei einem C_b/N_b -Verhältnis von 20 - 30 gewährleistet ist (sämtliche Daten n. SCHEFFER und ULRICH 1960).

Über den ungünstigen C_b/N_b -Quotienten hinaus bewirkt möglicherweise auch das im Heidekraut enthaltene Arbutin aufgrund seiner bakteriziden Wirkung eine Zersetzungshemmung (vgl. SCHLICHTING 1953).

Die Dünen und Strandwälle des USG bieten ein Lehrbeispiel dafür, in welcher Weise Calluna in u. U. kurzer Frist den von ihr in Besitz genommenen Standort verändert:

1. Die schlechte Zersetzungsfähigkeit der Heidestreu schlägt sich als erstes in der Tendenz zu einer stärkeren Humuskumulation nieder, was durch die in Tab. 5 angeführten Daten veranschaulicht wird.

Tabelle 5 Vergleich zwischen den unter der *Galium littorale*-*Festuca ovina*-Ges. und der *Calluna vulgaris*-Ges., *Dicranum*-Unterges., zu erwartenden Humusanreicherungen (ohne Of-Lagen und fossile Horizonte, ohne Profil 32)

Vegetationseinheit	Anzahl der Profile	Profile mit $A_h > 10\% \text{ Humus}$	Humusmengen (kg/ha) (\bar{x})
<i>Galium littorale</i> - <i>Festuca ovina</i> -Ges.	18	2	$45\,000 \pm 20\,000$
<i>Calluna vulgaris</i> -Ges., <i>Dicranum</i> -Unterges.	17	7	$85\,000 \pm 35\,000$

Die Humusanreicherung unter der *Calluna vulgaris*-Gesellschaft ist deutlich höher als die unter der *Galium littorale*-*Festuca ovina*-Gesellschaft.

Bei der Interpretation der in Tab. 5 angegebenen Daten muß allerdings berücksichtigt werden, daß das Schwergewicht der Heide auf den ältesten Strandwällen und Dünen liegt und daß diese auch ohne Besiedlung mit Calluna eine stärkere Humusanreicherung aufweisen dürften als die jüngeren *Festuca ovina*-Rasen.

1) C_b/N_b -Verhältnis: Verhältnis von C und N in der abbaubaren Substanz im Gegensatz zum C_t/N_t -Verhältnis, das die entsprechende Relation der totalen Mengen an C und N angibt.

2) zum Vergleich: C_b/N_b -Verhältnis bei *Fagus sylvatica* = 120, bei *Tilia cordata* = 31 (vgl. SCHEFFER - ULRICH 1960).

2. Humusreichere A_h -Horizonte lassen sich teilweise - wie die Of- und O_h -Lagen von typischem Rohhumus - in Stücke brechen, was auf eine enge Verwebung der organischen Substanz des Bodens durch Pilzhyphen schließen lässt. Diese Eigenschaft, die niemals bei Böden unter *Festuca ovina*-Rasen beobachtet wurde, deutet bereits auf eine in Richtung Rohhumus tendierende Umgestaltung der Humusform hin.

3. Ein überzeugendes analytisches Indiz für eine Veränderung der Humusqualität sind die C/N-Verhältnisse im A_h , die in der Calluna-Einheit mit $\bar{x} = 20,8 \pm 4,7$ erheblich weiter sind als unter dem *Festuca ovina*-Rasen ($\bar{x} = 13,7 \pm 2,5$).

Bei einem C/N-Quotienten von 20,8 ist die Humusform - unter Zugrundeliegung der von der AG BODENKUNDE (1971) vorgenommenen Einstufung (vgl. auch Tab. 4) - als "Mullartiger Moder" (im dort gebrauchten Sinne) bzw. als feinhumusarmer Moder zu bezeichnen.

4. Wie aus Tab. 6 hervorgeht, ist unter der Calluna-Heide gegenüber dem *Festuca ovina*-Rasen ein starker pH-Abfall eingetreten.

T a b e l l e 6 Vergleich der pH-Werte des A_{h1} unter der *Calluna vulgaris*-Gesellschaft, *Dicranum* Untergesellschaft, mit denen unter der *Galium littorale*-*Festuca ovina* Gesellschaft

Vegetationseinheit	n der Proben	Variationsbreite	Zentralwert
<i>Galium littorale</i> - <i>Festuca ovina</i> -Ges.	18	3,5 - 5,9	4,5
<i>Calluna vulgaris</i> -Ges., <i>Dicranum</i> Unterges.	17	3,0 - 3,8	3,4

Der gegenüber dem *Festuca ovina*-Rasen starke pH-Abfall der Calluna-Heide ist offenbar nicht Ursache, sondern Folge der Besiedelung mit Calluna. Die Hauptursache für den pH-Abfall dürfte die stark saure Natur der Heidestreu bilden. Für die hier vertretene Auffassung spricht, daß sich Calluna im *Festuca ovina*-Rasen auch auf Stellen einfindet, deren pH oberhalb von 4 liegt.

Wie rasch sich die Aziditätsverhältnisse unter dem Einfluß der Heide verändern können, zeigen die Untersuchungen von GRUBB et al. (1969, zit. n. WILMANNS 1973), nach denen der pH-Wert auf Verwitterungsböden von Kreidekalken englischer "chalk-grasslands" nach Besiedlung mit Calluna innerhalb von nur 10 - 12 Jahren von 5 - 6 auf 3,5 - 4,5 abfiel.

5. Auch in den Heideböden besteht eine enge lineare Beziehung zwischen dem Humusgehalt und den pro Gewichtseinheit vorhandenen laktatlöslichen K- und P-Mengen (vgl. Abb. 16 u. 17).

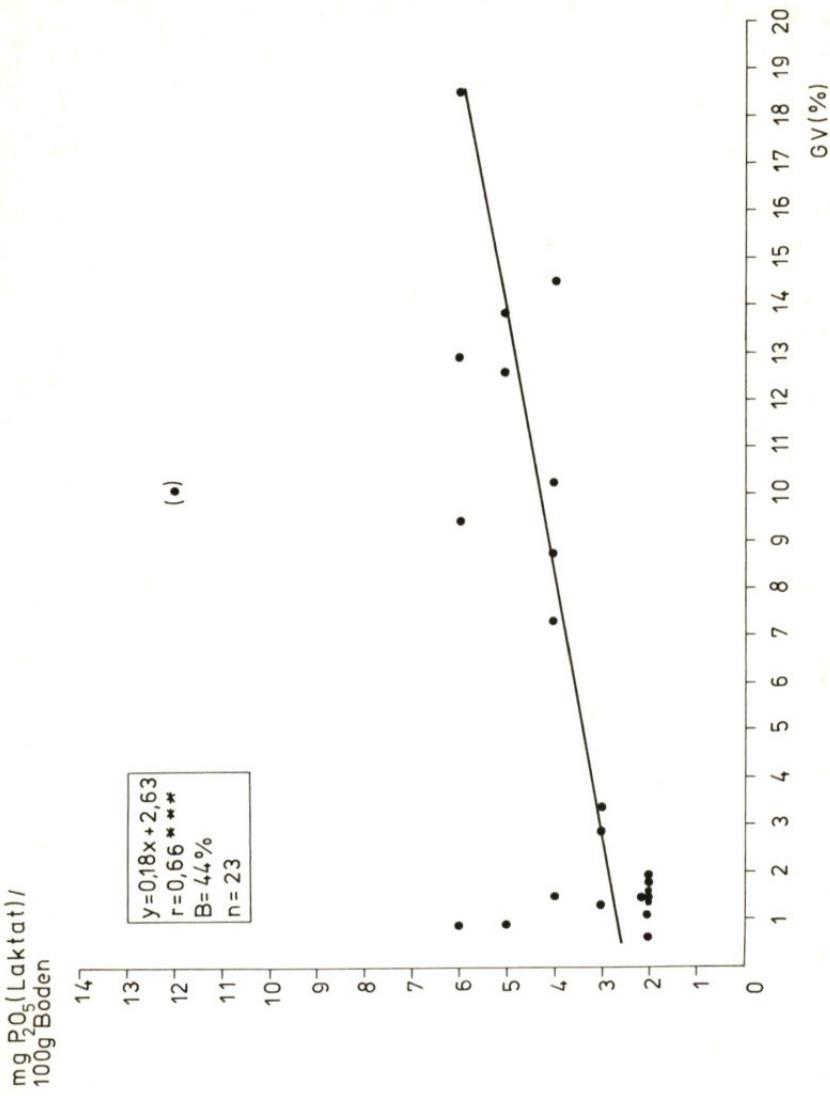


Abb. 16 Calluna vulgaris-Ges., Dicranum-Unterges.: Abhängigkeit der laktatlöslichen Phosphor-Konzentrationen vom Humusgehalt ($\text{GV} \geq 0,5\%$)

mg K₂O (Laktat)/
100 g Boden

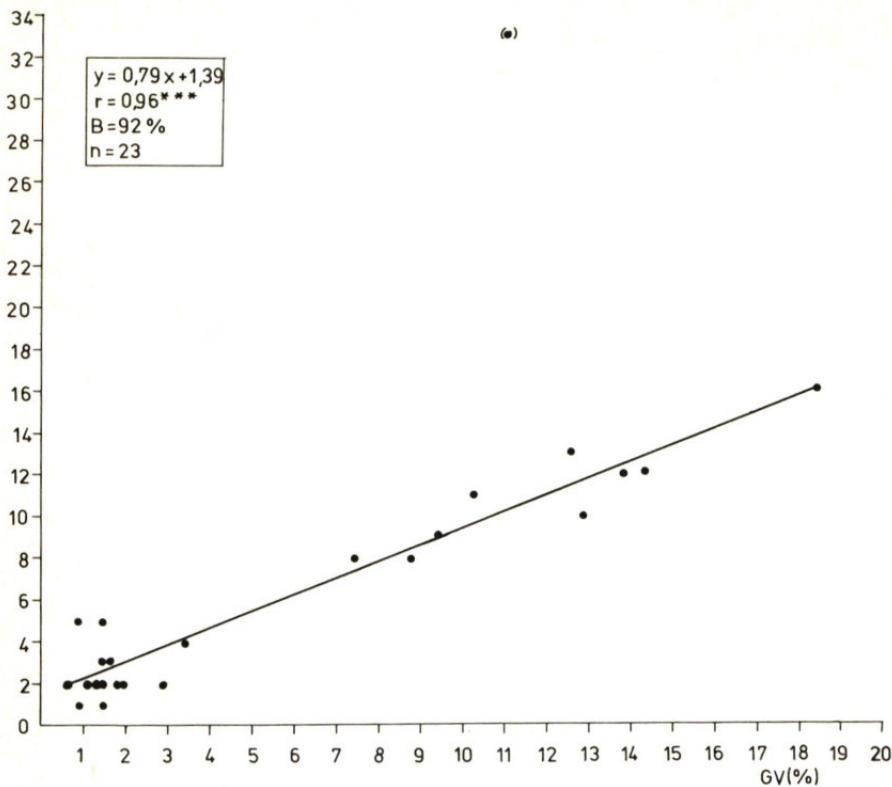


Abb. 17 Calluna vulgaris-Ges., Dicranum-Unterges.: Abhängigkeit der laktatlöslichen Kalium-Konzentrationen vom Humusgehalt (GV ≥ 0,5 %)

Gegenüber den entsprechenden für die *Galium littorale*-*Festuca ovina*-Gesellschaft ermittelten Beziehungen fällt jedoch bei der *Calluna*-Einheit der erheblich flachere Verlauf der Regressionsgeraden auf (vgl. Abb. 25 u. 26).

Anders formuliert: Auch bezüglich seines Gehaltes an laktatlöslichem P und K besitzt der Heidehumus zumindest zum Zeitpunkt der Entnahme der Proben eine geringere Qualität als der Humus des *Festuca ovina*-Rasens.

Es wäre aber verfehlt, aus den eben gemachten Angaben unmittelbar zu folgern, der *Calluna*-Gesellschaft stünden geringere Mengen an laktatlöslichem P und K zur Verfügung als der *Festuca ovina*-Gesellschaft. Da die beiden Nährstoffe in den Sanden des USG weitgehend an die organische Substanz des Bodens gebunden sind, kann auf den Heidestandorten eine (in Bezug auf P und K) schlechtere Humusqualität zumindest teilweise durch die größeren Humusmengen kompensiert werden. Dies gilt, wie aus Tab. 7 hervorgeht, wenigstens für den Zeitpunkt der Entnahme der Bodenproben:

Tabelle 7 Vergleich zwischen den unter der *Galium littorale*-*Festuca ovina*-Ges. und der *Calluna vulgaris*-Ges., *Dicranum*-Unterges., in den obersten 40 cm zu erwartenden Mengen an laktatlöslichem Phosphor und Kalium

Profilbereich (in cm)	P_{2O_5} (kg/ha) (\bar{x})		K_2O (kg/ha) (\bar{x})	
	0 - 20	0 - 40	0 - 20	0 - 40
<i>Galium littorale</i> - <i>Festuca ovina</i> -Ges.	100 \pm 30	150 \pm 40	120 \pm 45	200 \pm 50
<i>Calluna vulgaris</i> -Ges., <i>Dicranum</i> -Unterges.	80 \pm 10	150 \pm 40	105 \pm 15	160 \pm 50

6. Die podsolierungsfördernde Wirkung des sauren, schwer zersetzbaren, an Fulvosäuren reichen Heidehumus ist allgemein bekannt (vgl. u. a. KUBIENA 1953; SCHEFFER-ULRICH 1960; SCHEFFER-SCHACHTSCHABEL 1973; WILMANNS 1973).

Auch die vergleichsweise jungen Küstenheiden der sh Ostseeküste lassen z. T. bereits Podsolierungserscheinungen erkennen: So finden sich in P 22, P 24, P 32 schwache bandartige Illuvialhorizonte von hell- bis dunkelkaffeebrauner Färbung. In anderen Fällen (P 90, P 53, besonders ausgeprägt aber in P 98) ist der in den Unterboden eingewaschene Humus über einen größeren vertikalen Bereich in Form von mehr als 10 cm großen Flecken verteilt. Offenbar handelt es sich hier um noch in Wanderung befindliche Humussubstanzen (wahrscheinlich Fulvosäuren, vgl. LERCH 1972).

Im Normalfall sind im A_h anzutreffende gebleichte, d.h. ihrer Eisenoxydhydrathülle beraubte Mineralkörner ein Zeichen für eine stattgefundene Auswaschung. Da in den vorliegenden Küstendünen und Strandwällen infolge der Armut an freiem Eisen eine Verbraunung ausbleibt (eine Ausnahme unter unseren Profilen bildet lediglich P 46 in Profiltab. 4), ist die hier im A_h wahrzunehmende Bleichheit der Quarzkörner ein von der Primärdune bis zur Heide durchgehendes Merkmal, das als solches keinen Aufschluß über eine stattgefundene Eluierung geben kann.

Da kaum eine Fe-Auswaschung aus dem Oberboden stattgefunden hat, ist logischerweise auch der B-Horizont (fast) frei von mobilem Eisen. Dieser Tatbestand wird durch die Glühprobe bestätigt: Das B-Material sämtlicher untersuchter Heideböden zeigte nach dem Verglühen des Humus eine bleiche Färbung.

Andererseits ist nicht auszuschließen, daß eine Aluminium-Auswaschung aus dem Oberboden vorliegt, jedoch ist diese morphologisch nicht faßbar (vgl. z.B. SCHROEDER, 1969).

Nicht unproblematisch ist die Benennung des zwischen dem A_h und dem B_h liegenden Profilbereichs. Aufgrund einer möglichen Aluminium-Auswaschung wurde dieser Zwischenhorizont provisorisch als A_e bezeichnet.

Die im USG zur Unterscheidung von $f A_h$ - und B_h -Horizonten herangezogenen Kriterien sind in Tab. 8 zusammengestellt.

T a b e l l e 8 Im USG zur Unterscheidung von $f A_h$ - und B_h -Horizonten herangezogene Kriterien

	$f A_h$	B_h
Farbe	grau bis schwarz, keine Brauntöne	hell- bis dunkelkaffee- braun ¹⁾
Verteilung der Humus- substanz innerhalb des Horizonts	gleichmäßig	ungleichmäßig (nebeneinan- der unterschiedlich inten- siv gefärbte Flecken)
Verlauf des Horizonts	regelmäßig, obere u. untere Grenze parallel zur Boden- oberfläche	unregelmäßig gewunden, oft taschenartige Abwärtsbewe- gungen

Die Böden mit ersten, bereits morphologisch greifbaren Podsolierungserscheinungen wurden als Podsol-Ranker bzw. (Podsol) - Ranker eingestuft; die Mehrzahl der im USG aufgenommenen (grundwasserfernen) Heideböden steht jedoch noch auf dem Stadium des Rankers.

1) Dies gilt natürlich nicht für den B_h ausgeprägterer Podsole, der eine schwärze Färbung zeigen kann; stärkere Podsolierungserscheinungen treten aber im USG nicht auf.

detektionsTyp	Cladonia - reiche Phasen												Variante v Pleurozium schreberi											
	trennartenfreie Subvariante Optimalphase						Subvari Gallum saxatile						Variante von Hypnum ericetorum						Ranker			Ranker		
	Ranker			(Podsol)-Ranker			Ranker			(Podsol)-Ranker			Ranker			Ranker			Ranker			Ranker		
profil-Nr	57	90	20	22	23	53	55	59	91	97	98	33	24	21	19	31	32	(vgl Text)	Ranker	Ranker	Ranker	Ranker	Ranker	Ranker
indukt	Weissenhaus (1630)	Grömitz (1831)	Grüner Brink (1433)	Grüner Brink (1433)	Grüner Brink (1433)	Gelting Birk (1225)	Gelting Birk (1225)	Gelting Birk (1225)	Grüner Brink (1433)	Grüner Brink (1433)	Grüner Brink (1433)	Heidkate (1527)	Heidkate (1527)	Heidkate (1527)										
oflaufbau	0 cm	0 10	0 20	0 30	0 40	0 50	0 60	0 70	0 80	0 90	0 100	0 110	0 10	0 20	0 30	0 40	0 50	0 60	0 70	0 80	0 90	0 100	0 110	0 120
Glühverlust(%)	O _t A _{nh1} A _{nh2}	62,0 3,9 0,5	O _t A _{nh1} A _{nh2}	39,7 14,4 0,9	O _t A _{nh1} A _{nh2}	77,7 10,3 1,4	O _t A _{nh1} A _{nh2}	52,8 12,6 1,6	O _t A _{nh1} A _{nh2}	49,5 12,6 2,9	O _t A _{nh1} A _{nh2}	62,8 12,9 0,5	O _t A _{nh1} A _{nh2}	89,1 12,9 0,5	O _t A _{nh1} A _{nh2}	82,4 13,9 0,5	O _t A _{nh1} A _{nh2}	67,2 11,1 0,6	O _t A _{nh1} A _{nh2}	62,9 7,0 1,9	O _t A _{nh1} A _{nh2}	67,2 11,1 0,6	O _t A _{nh1} A _{nh2}	62,9 7,0 1,9
CaCO ₃ (%)	A _{nh1} A _{nh2} A _{nh3}	1547 11,7 0,067	A _{nh1} A _{nh2} A _{nh3}	1130 16,9 0,266	A _{nh1} A _{nh2} A _{nh3}	8400 31,6 0,193	A _{nh1} A _{nh2} A _{nh3}	5310 27,4 0,287	A _{nh1} A _{nh2} A _{nh3}	5313 22,0 0,287	A _{nh1} A _{nh2} A _{nh3}	3871 22,8 0,203	A _{nh1} A _{nh2} A _{nh3}	5119 26,5 0,193	A _{nh1} A _{nh2} A _{nh3}	3250 22,8 0,147	A _{nh1} A _{nh2} A _{nh3}	4156 18,2 0,228	A _{nh1} A _{nh2} A _{nh3}	7053 20,3 0,225	A _{nh1} A _{nh2} A _{nh3}	3532 22,9 0,154	A _{nh1} A _{nh2} A _{nh3}	3532 22,9 0,154
pH(H ₂ KCl)	O _t A _{nh1} A _{nh2}	4,2 3,7 4,3	O _t A _{nh1} A _{nh2}	3,6 3,2 4,5	O _t A _{nh1} A _{nh2}	3,5 3,1 4,5	O _t A _{nh1} A _{nh2}	3,2 3,1 4,0	O _t A _{nh1} A _{nh2}	3,4 3,2 4,0	O _t A _{nh1} A _{nh2}	3,2 3,0 3,5	O _t A _{nh1} A _{nh2}	3,4 3,3 4,0	O _t A _{nh1} A _{nh2}	3,7 3,4 4,3	O _t A _{nh1} A _{nh2}	3,7 3,4 3,9	O _t A _{nh1} A _{nh2}	3,7 3,4 3,9	O _t A _{nh1} A _{nh2}	3,7 3,4 3,9		
C ₂₀₋₄₀	C ₂₀₋₄₀ C ₄₀₋₆₀	4,9 5,0	C ₂₀₋₄₀ C ₄₀₋₆₀	5,2 5,1	C ₂₀₋₄₀ C ₄₀₋₆₀	4,9 5,1	C ₂₀₋₄₀ C ₄₀₋₆₀	4,9 5,1	C ₂₀₋₄₀ C ₄₀₋₆₀	4,9 5,1	C ₂₀₋₄₀ C ₄₀₋₆₀	4,9 5,1	C ₂₀₋₄₀ C ₄₀₋₆₀	4,9 5,1	C ₂₀₋₄₀ C ₄₀₋₆₀	4,9 5,1	C ₂₀₋₄₀ C ₄₀₋₆₀	4,9 5,1	C ₂₀₋₄₀ C ₄₀₋₆₀	4,9 5,1	C ₂₀₋₄₀ C ₄₀₋₆₀	4,9 5,1		
P ₂ O ₅ (mg/100g B)	A _{nh2} C ₄₀₋₆₀	2 2	(B _h)C ₂₀₋₄₀	5	A _{nh1} A _{nh2}	4 2	A _{nh1} A _{nh2}	4 2	A _{nh1} A _{nh2}	5 2	A _{nh1} A _{nh2}	6 3	A _{nh1} A _{nh2}	5 2	A _{nh1} A _{nh2}	6 2	A _{nh1} A _{nh2}	12 2	A _{nh1} A _{nh2}	12 2	A _{nh1} A _{nh2}	12 2		
K ₂ O(mg/100g B)	A _{nh2} C ₄₀₋₆₀	2 1	(B _h)C ₂₀₋₄₀	1	A _{nh1} A _{nh2}	12 5	A _{nh1} A _{nh2}	11 2	A _{nh1} A _{nh2}	13 3	A _{nh1} A _{nh2}	8 3	A _{nh1} A _{nh2}	2 1	A _{nh1} A _{nh2}	8 1	A _{nh1} A _{nh2}	10 2	A _{nh1} A _{nh2}	10 2	A _{nh1} A _{nh2}	10 2		

Drosera rotundifolia -
Sphagnum palustre - Gesellschaft

A=Unterges. v. *Polytrichum commune*B=Unterges. v. *Molinia caerulea**b*

6 5 6 7

657 Grömitz (1831)

640 Grömitz (1831)

643 Grömitz (1831)

660 Grömitz (1831)

1 2 3

720 Grüner Brink(1433)

502 Gelting Birk (1225)

501 Gelting Birk (1225)

(1831)

(1831)

(1831)

(1831)

6 8 12

4 3 3

9 3 0

11 13 15

3 3 2

13, 3, 0

Tabellen - Nr.

Aufnahme - Nr.

Aufnahme - Ort

Artenanzahl der Kräuter
 Artenanzahl der Moose
 mAz der Untergesellschaften
 mAz der Gesamtgesellschaft
 Bedeckung durch Kräuter (%)
 Bedeckung durch Moose (%)
 mittlere Bed. i.d. Unterges. (%)
 mittlere Bed. i.d. Gesamtges. (%)
 Lokale Kennarten der Ass.:
 M Aufacomnium palustre
 M Sphagnum palustre

Trennarten A.:
 M Polytrichum commune
 Phragmites communis
 Hydrocotyle vulgaris

Trennarten B.:
 M Sphagnum plumulosum
 Molinia caerulea
 Nardus stricta
 Succisa pratensis

Anthoxanthum odoratum
 Erica tetralix
 Viola palustris
 Agrostis canina

Kennart der Oxyocco-Sphagnetea:
 Drosera rotundifolia

Übrige Arten:

Calluna vulgaris	3 +	45	30 20 50 25
Carex fusca	8 5 1	+	1 1
Salix repens	30 20 4	+	1 4
Potentilla erecta	1 2	+	3 3 1 1
Betula pubescens Str u Kr	+	1 2 1	
Populus tremula Str u Kr	3	1	+

	7 6	+ 3 3 +	

Außerdem kommen var.: Juncus effusus in 2 1, Eriophorum angustifolium in 2 1, Calamagrostis canescens in 3 2, Salix aurita Kr. in 3 3, Carex panicæa in 3 +, Sieglingia decumbens in 3 1, Lotus corniculatus in 4 +, Agrostis tenuis in 5 +, Equisetum arvense in 5 r, Betula pendula Kr. in 6 1, Ceratium holosteoides in 6 +, Briza media in 6 1, Festuca ovina s.str. in 7 +.

O=Kennart der Erico-Sphagneta, M=Moss.

In P 32 ging die Podsolierung offenbar gleichzeitig vom rezenten Humuskörper als auch vom f Ah aus. Es ist somit nicht zulässig, die Humuseinwaschungen (B_h) lediglich dem fossilen Boden zuzuordnen. Da somit eine Durchdringung von zwei Böden vorliegt, ist deren typologische Ansprache problematisch. Auf eine typologische Zuordnung wurde daher verzichtet.

Die allenfalls erst andeutungsweise vorhandenen Podsolierungsscheinungen unter den Küstenheiden des USG belegen anschaulich, daß diese Callunen erheblich jünger sind als die meisten des nordwestdeutschen Binnenlandes, deren Böden geradezu als Musterbeispiel für vollentwickelte Podsole gelten. (Nach TÜXEN 1967 sind die ältesten bekannten Calluna-Heiden Nordwestdeutschlands etwa 5 000 Jahre alt, d.h. sie stammen noch aus der Jüngeren Steinzeit.)

Oligotrophe Braunerden, wie sie WILMANNS (1973) für ältere Küstendünen angibt, konnten an der sh Ostseeküste nicht festgestellt werden.

Während die Heiden des Binnenlandes samt und sonders anthropogenen Ursprungs sein dürften (vgl. u.a. TÜXEN 1957, 1967; ELLENBERG 1963; WILMANNS 1973), haben die Heiden des USG - wie auch die Küstenheiden an der Nordsee - niemals Wald getragen. Dies schließt jedoch nicht aus, daß u.U. ohne menschliche Einflußnahme bereits auf der Stufe der Achillea-Untergesellschaft des Festuca ovina-Rasens eine Bewaldung stattgefunden hätte und damit zumindest die aus dieser Einheit hervorgegangenen Heiden ihre Existenz letzten Endes dem Menschen verdanken ("abgelenkte Sukzession" i.S. GODWINs und TANSLEYs 1929).

Eine weitere Frage ist die, ob und ggf. in welchem Ausmaß sich die (einmal entstandene) Heide ohne die Wirtschaftsmaßnahmen der Vergangenheit (Beweidung) bereits zu einem Wald entwickelt hätte.

Calluna vulgaris verläßt in den östlich des USG gelegenen kontinentaler getönten Küstenbereichen, so schon in Mecklenburg (Darß) die baumfreien Bereiche und zieht sich dort in (von *Pinus sylvestris* und *Quercus robur* gebildete) Wälder zurück (vgl. u.a. RAABE 1950; STEFFEN 1931; PAUL 1953; FUKAREK 1961).

4.5.2. Die Untergesellschaft von *Hydrocotyle vulgaris*

In der Untergesellschaft von *Hydrocotyle vulgaris* verschwinden die an Trockenheit gebundenen Arten *Dicranum scoparium* und *Parmelia physodes* und geben den *Caricion canescens-fuscae*-Vertretern *Hydrocotyle vulgaris*, *Carex fusca* sowie *Potentilla erecta* sowie - in einem Teil der Aufnahmen- *Molinia caerulea* Raum. Die bereits von RAABE (1950) für Fehmarn belegte Einheit besiedelt grundwasserbeeinflußte Senken, die im USG wohl stets durch Materialentnahme für den Deichbau entstanden sind.

Vegetationsstabelle 12

Rhynchosporo
retum
W. Koch 1926 fragm.

Tafeln - Nr.
Aufnahme - Nr.
Aufnahme - Ort

1	2	644 Grömitz (1831)	9	7
		- 642 Grömitz (1831)	3	2
			75	70
			50	60

Kennart der Assoziation:	Lycopodiella inundata	6	10
übrige Arten:			
Calluna vulgaris	60°50'		
Molinia caerulea	5°5		
Drosera rotundifolia	3	3	
Carex panicoides	2	1	
Salix repens	+	2	
Juncus squarrosum	+		
Hydrocotyle vulgaris	+	*	
Pedicularis sylvatica			1
Narvae stricta			
Moosschicht:			
Gymnocolea inflata			
Sphagnum palustre			
Polytrichum commune			

Vegetationsstabelle 13

Molinia caerulea-
Gesellschaft

Tafeln - Nr.
Aufnahme - Nr.
Aufnahme - Ort

1	2	641 Grömitz (1831)	5	5
		- 648 Grömitz (1831)	2	4

Anzahl der Kräuter	5	5
Anzahl der Moose	2	4
Bedeckung durch Kräuter (%)	80	90
Bedeckung durch Moose (%)	7	10
Krautschicht:		
Molinia caerulea		
Calluna vulgaris	+	8
Potentilla erecta	+	1
Salix repens	+	5
Salix aurita	+	
Populus tremula		2
Moosschicht:		
Polytrichum commune		
Pleurozium schreberi		
Sphagnum palustre		
Aulacomnium palustre		

6	10
60°50'	
5°5	
3	3
2	1
+*	2
+	*
	1

40 35

5 25

5

2

2

2

2

2

2

2

2

2

2

2

2

2

2

2

2

2

2

2

Im A_h unter einer nassen Heide bei Grömitz wurde ein mit 42,6 extrem weites C/N-Verhältnis gemessen (Humusgehalt der Probe: 35,3 %; pH = 3,9).

Anhangweise seien einige weitere an grundwassernahe und saure Substrate gebundene Gesellschaften erwähnt:

a. Die "Drosera rotundifolia - Sphagnum palustre - Gesellschaft" (Vegetationstabelle 11)

Diese Einheit findet sich ein, wenn das Grundwasser noch etwas höher steht als in der Hydrocotyle-Untergesellschaft der Calluna vulgaris-Gesellschaft: Das Heidekraut geht dann - sowohl was seine Vitalität als auch was seinen Deckungsgrad anbetrifft - auffallend zurück. Raum gewinnen nunmehr vor allem Torfmoose (*Sphagnum palustre*, *Sphagnum plumulosum*), daneben u.a. *Aulacomnium palustre*, *Salix repens* und *Drosera rotundifolia*.

Bemerkenswert ist das Vorkommen der in Ostholstein - wohl weniger aus klimatischen als aus edaphischen Gründen - seltenen *Erica tetralix* bei Grömitz.

b. Das Rhynchosporietum W. Koch 1926 (Vegetationstabelle 12)

Eine fragmentarische Ausbildung dieser Gesellschaft - ohne *Rhynchospora alba* - findet sich kleinflächig bei Grömitz. Aufgrund eigener Beobachtungen ist das Areal dieser Einheit bei Grömitz innerhalb der letzten 15 Jahre durch Vordringen von *Sphagnum palustre* von etlichen m^2 bis auf einige dm^2 eingeengt worden; die Gesellschaft wird hier in absehbarer Zeit wohl völlig verschwinden.

c. Eine "Molinia caerulea - Gesellschaft" (Vegetationstabelle 13)

Bestände mit dominierender *Molinia caerulea* befinden sich an einer Stelle im grundwasserbeeinflußten Dünenbereich bei Grömitz.

d. Eine "Nardus stricta - Gesellschaft"

Es handelt sich hier um eine Einheit, die unter ähnlichen Grundwasser-verhältnissen wie die nasse Calluna-Heide steht und aus dieser wahrscheinlich durch stärkeren Vertritt hervorgegangen ist (Heidkate, Weißenhaus, Grömitz). (Keine Vegetationsaufnahmen.)

4.6. GEBÜSCHE UND WALDGESELLSCHAFTEN

Die Vegetationsentwicklung auf dem Sandstrand der sh Ostseeküste strebt - zumindest nach dem Aufhören der Beweidung - in jedem Falle einer Waldgesellschaft zu.

Der Wald des USG stellt keineswegs einen einheitlichen Vegetationskomplex dar; sein jeweiliger soziologisch-ökologischer Charakter hängt vielmehr davon ab, aus welcher Pflanzengesellschaft er hervorgegangen ist.

4.6.1. Die Bewaldung des *Festuca rubra*-Strandwalls¹⁾

4.6.1.1. Das *Rubus caesius*-Gebüsch (Vegetationstabelle 14)

Das *Pruno-Crataegetum* Hueck 1931 (Vegetationstabelle 15)

Das *Quercus robur*-Gebüsch (Vegetationstabelle 15)

Bereits auf der Stufe des *Elymo-Achilleetum* kann sich ein Wald ausbilden. Die Entwicklung dieses Waldes kann direkt von *Quercus robur* eingeleitet werden, i. d. R. geht ihm jedoch ein *Rubus caesius*- oder ein Schlehengebüsch (*Pruno-Crataegetum*) voraus.

Bei den in Vegetationstab. 14 vereinigten Aufnahmen nimmt die Besiedlung mit Sträuchern ihren Ausgang von der *Galium mollugo*-Variante der Subassoziation von *Pimpinella saxifraga*. Dabei hat sich *Prunus spinosa* in der trennartenfreien Subvariante, *Rubus caesius* in der Subvariante von *Cirsium arvense* eingestellt.

"Hauptbedingung für das Vorkommen von *Rubus caesius* scheint das Vorhandensein von Kalk im Untergrund zu sein" (H. E. WEBER 1972, S. 374/375). Auch im vorliegenden Fall steht die Art auf kalkhaltigem Substrat (*Festuca rubra*-Strandwall!).

Bezeichnend für den Beginn der Bebuschung - wie auch für die Ränder geschlossener Gebüsche - ist das Auftreten von *Sedum maximum*.

Auf das *Rubus caesius*-Gebüsch folgt der Wald meist nicht unmittelbar, sondern erst unter Zwischenschaltung des *Pruno-Crataegetum*.

Das *Pruno-Crataegetum* des USG enthält an *Prunetalia*-Arten neben *Prunus spinosa* noch *Rosa canina*, *Evonymus europaeus*, *Crataegus monogyna* und *Cr. laevigata*; als weitere Holzgewächse sind *Malus sylvestris*, *Pyrus pyraster*, *Sambucus nigra* und *Fraxinus excelsior* zu erwähnen.

Fundorte des Schlehengebüsches auf Strandwällen befinden sich im USG bei Strande, Alt-Bülk, Noer, Hemmelmark und Gelting Birk.

Im Zuge der weiteren Vegetationsentwicklung tritt auch innerhalb des *Pruno-Crataegetum* *Quercus robur* auf, übergipfelt *Prunus*, *Rosa* und *Crataegus*, und die Entwicklung mündet schließlich in einen geschlossenen *Quercus robur*-Bestand ein.

Wie aus Vegetationstab. 15 ersichtlich ist, werden das *Pruno-Crataegetum* (Block A) und die initialen *Quercus robur*-Bestände (Block B) soziologisch durch eine nahezu identische Krautschicht zusammengehalten. Deren wesentliche Basis sind Arten der *Galio-Alliarietalia* Oberd. et Görs 1969 (als Kennarten des *Chelidonio-Alliarietum* Lohm. 1949 em. Görs et Müller 1969 *Alliaria officinalis* und *Chaerophyllum temulum*, als Kennarten des *Geo-Alliarion* Oberd. 1957 nom. nov. Görs et Müller 1969 *Moehringia*

1) sowie der vom *Elymo-Achilleetum* bestandenen Düne bei Noer

Vegetationstabelle 14

A=Rubus caesius - Gebüschen

B=Prunus spinosa - Bebuschungsstadium

	A				B			
	1	2	3	4	5	6	7	8
Tabellen-Nr.	1205	Strände			578			
Aufnahme-Nr.	1203	Alt-Bülk	(1527)		581	Gelting	Birk	(1225)
Aufnahme-Ort	1202	Hemmelmark	(1525)		79	Strände	(1527)	
	1201	Hemmelmark	(1525)		76	Strände	(1527)	
Artenanzahl der Höheren Pflanzen	23	19	16	16	9	16	12	8
Artenanzahl der Moose	1	1			2		1	
mittlere Artenanzahl			17:0;0			12:1;0		
Bedeckung durch Büsche (%)	15	50	75	85	45	60	70	75
Höhe der Büsche in B (m)					0,60	0,60	0,60	0,605
Bedeckung durch Kräuter (%)	90	40	35	35	70	65	25	20
<u>Büsche:</u>	<u>Rubus caesius</u>				<u>15 50 75 85</u>			
	<u>Prunus spinosa</u>				<u>45 60 70 75</u>			
	<u>Euonymus europaeus</u>				5			
	<u>Rosa canina</u>				+			
<u>Kräuter u. Moose:</u>								
<u>Art des Gebüschesaumes:</u>	<u>Sedum maximum</u>				<u>+ 1 + 15 10 2</u>			
<u>Trennart des Elymo-Achilleetum u. des Elymo - Ammophiletum festucetosum arenariae gegen die übrigen Gesellschaften:</u>	<u>Festuca rubra</u>				<u>5 5 5 12 8 30 10 5</u>			
<u>Kennart des Elymo-Achilleetum:</u>	<u>M Brachythecium albicans fo. julacea</u>				<u>2 +</u>			
<u>Trennarten des Elymo - Achilleetum gegen das Elymo - Ammophiletum festucetosum arenariae:</u>	<u>Achillea millefolium</u>				<u>5 5 + + + 3 6</u>			
	<u>Elymus arenarius</u>				<u>+ 1 5</u>			
	<u>Agropyron repens</u>				<u>5 4</u>			
	<u>Poa pratensis</u>				<u>1 +</u>			
	<u>Linaria vulgaris</u>				<u>1</u>			
<u>Trennarten innerh. des Elymo - Achilleetum:</u>								
<u>Trennarten der Subass. v. Pimpinella saxifraga:</u>	<u>Arrhenatherum elatius</u>				<u>30 10 15 10 12 5 3</u>			
	<u>Pimpinella saxifraga</u>				<u>+ 5 2 + 2 1 + +</u>			
	<u>Ammophila arenaria</u>				<u>25 8 1</u>			
	<u>Poa pratensis ssp. angustifolia</u>				<u>1</u>			
<u>Trennarten der Var.v. Galium mollugo:</u>	<u>Calamagrostis epigeios</u>				<u>40 10 10 10 4 2 1 8</u>			
	<u>Galium mollugo</u>				<u>4 2</u>			
	<u>Lathyrus sylvester</u>				<u>2 4</u>			
<u>Trennarten der Subvar. v. Cirsium arvense:</u>	<u>Cirsium arvense</u>				<u>3 5 2 1</u>			
	<u>Potentilla reptans</u>				<u>+ + +</u>			
	<u>Rumex crispus</u>				<u>1 1</u>			
<u>Übrige Arten:</u>	<u>Artemisia vulgaris</u>				<u>+ + +</u>			
	<u>Vicia cracca</u>				<u>+ + 1</u>			
	<u>Urtica dioica</u>				<u>+ + +</u>			
	<u>Chrysanthemum vulgare</u>				<u>5 2</u>			
	<u>Potentilla anserina</u>				<u>+ +</u>			
	<u>Carex arenaria</u>				<u>5 3 1 +</u>			
	<u>Campanula rotundifolia</u>				<u>+ 1</u>			

Außerdem kommen vor: je zweimal: Fraxinus excelsior Kr. in 2 +, 3 +;
Knautia arvensis in 4 +, 6 +; je einmal: Festuca arundinacea in 15 ;
Stachys palustris in 1 +; Glechoma hederacea in 1 +; Phragmites
communis in 1 +; Orobanche purpurea in 1 +; Hypericum perforatum
in 1 +; Ammophila x baltica in 21; Rumex thyrsiflorus in 2 +; Sedum
purpureum in 2 +; Rosa rugosa Kr. in 3 +; Agrimonia eupatoria in 3 +;
Lonicera periclymenum in 3 +; Euonymus europaeus in 4 5; Rosa spec.
in 4 +; Agropyron x acutum in 5 20; Taraxacum officinale in 6 +; M
Brachythecium rutabulum in 6 10; M Eurhynchium spec. in 6 1; M
Mnium undulatum in 6 +; Rubus idaeus in 7 1; M Pleurozium schreberi
in 8 3.

M = Moos

trinervia, *Geum urbanum*, *Geranium robertianum*, als Ordnungskennarten *Glechoma hederacea* und *Galium aparine*). Als Klassenkennart (*Artemisia Lohm.*, *Prsg. et Tx. 1950*) tritt *Urtica dioica* hinzu.

An Querco-Fagetea-Spezies spielen in den Gebüschen nur *Stellaria holostea* und *Adoxa moschatellina* eine Rolle.

4.6.1.2. Der Glechoma-*Quercus robur*-Wald (Vegetationstabelle 15; Profiltabelle 7)

In den älteren *Quercus robur*-Beständen (Block C) wird die Laubmischwaldkomponente durch weitere Arten ergänzt: die Querco-Fagetea-Arten *Hedera helix* und *Anemone nemorosa*, die Fagetalia-Vertreter *Dryopteris filix-mas* sowie, auf bestimmte Untereinheiten beschränkt, *Brachypodium sylvaticum*, *Gagea spathacea*, *Campanula trachelium* (Block C I), *Mercurialis perennis*, *Milium effusum*, *Galium odoratum* und *Stachys sylvatica* (Block C II), als Kennart des Melico-Fagetum schließlich *Melica uniflora*.

In die Baumschicht sind stellenweise *Fraxinus excelsior* (Fagetalia-Art), *Acer pseudoplatanus* und *Fagus sylvatica* (beide Fagion-Arten) eingesprengt. Dabei ist anzumerken, daß *Fagus* einen ausgesprochen schlechten Wuchs bietet (V. Bonität!).

Trotz des starken Auftretens der Laubmischwaldarten sind die Vertreter des Chelidonio-Alliarietum und der dieser Assoziation übergeordneten synsystematischen Einheiten (Geo- Alliarion, Galio-Alliarietalia, Artemisia) weiterhin ein bestimmendes Element.

Die dritte wesentlich am Aufbau der Gesellschaft beteiligte Komponente bleiben die Prunetalia-Vertreter *Crataegus monogyna*, *Cr. laevigata* und *Rosa canina*; diese Spezies sind allerdings von *Quercus robur* weitgehend in die Strauchschicht abgedrängt worden.

Im Gelände macht die vorliegende Gesellschaft einen überaus homogenen Eindruck. Da sich die Einheit aber (begrifflich) klar in die Bestandteile dreier grundverschiedener synsystematischer Kategorien (Galio-Alliarietalia, Prunetalia, Fagetalia) zerlegen läßt, wäre es verfehlt, die Gesellschaft einer bestimmten Assoziation zuordnen zu wollen bzw. eine neue Assoziation aufzustellen. Wir belassen es daher bei der ranglosen Bezeichnung "Glechoma-*Quercus robur*-Wald". Dabei sind wir uns bewußt, daß im soziologischen Sinne strenggenommen noch kein reiner "Wald" vorliegt, sondern erst ein Übergangsstadium zwischen einer Gebüschen- und einer Waldgesellschaft erreicht ist.

4.6.1.3. Die *Festuca altissima*-*Fagus sylvatica*-Gesellschaft
(Vegetationstabelle 15)

Nimmt der *Glechoma*-*Quercus robur*-Wald offenbar eine Mittelstellung zwischen dem *Pruno-Crataegetum* und einer reinen *Fagion*-Gesellschaft ein (neben Klassen- und Ordnungskennarten Auftreten der Verbandskennarten *Acer pseudoplatanus* und *Melica uniflora*), dann ist zu erwarten, daß sich im Laufe der weiteren Sukzession eines Tages eine reine *Fagion*-Gesellschaft herauskristallisiert.

In der Tat hat sich bei Noer auf einem an den *Glechoma*-*Quercus robur*-Wald anschließenden Strandabschnitt lokal eine entsprechende Entwicklung abgespielt. Gegenüber der vorangegangenen Gesellschaft konnten im einzelnen folgende Veränderungen festgestellt werden:

1. *Fagus sylvatica* ist zum dominierenden bzw. alleinherrschenden Baum geworden.
2. Die *Prunetalia*-Arten sind -offenbar infolge des Konkurrenzdruckes der Buche- völlig zurückgetreten.
3. Die Spezies der *Artemisieta* und der *Galio-Alliarietalia* spielen praktisch keine Rolle mehr. Lediglich *Moehringia trinervia*, *Galium aparine*, *Urtica dioica* und *Glechoma hederacea* erscheinen mit stark verringerten Deckungsgraden und dürften hier lediglich als Relikte der *Glechoma*-*Quercus*-Gesellschaft zu werten sein.
4. Auch *Hedera helix*, *Melica uniflora*, *Mercurialis perennis*, *Galium odoratum* und *Stachys sylvatica* sind ausgeschaltet worden oder allenfalls noch in einzelnen Exemplaren vorhanden.

An Stelle der genannten Spezies sind dichte Bestände von *Festuca altissima*, ferner *Maianthemum bifolium* und *Mnium hornum* getreten.

Das so entstandene - von *Prunetalia*- und *Galio-Alliarietalia*-Elementen bereinigte- (vorläufige) Schlußglied der Vegetationsentwicklung darf schon dem *Fagion*-Verband (Kennarten: *Festuca altissima*, *Acer pseudoplatanus* und *Fagus sylvatica*) eingefügt werden. Die Einheit steht fraglos dem *Melico-Fagetum* nahe, eine endgültige Entscheidung bezüglich einer Einordnung in diese Assoziation soll jedoch zurückgestellt werden. Eine Gleichsetzung mit dem *Melico-Fagetum* *festucetosum* der Baltischen Jungmoräne dürfte jedoch nicht möglich sein, zumal der vorliegende, auf Küstensand stockende Bestand Buchen IV. u. V. Bonität aufweist, während sich die Bestände des *Melico-Fagetum* *festucetosum* durch optimale Wuchsgröße der Buchen auszeichnen können. *Fagus* bildet dort nicht selten über 40 m hohe Stämme I. und II. Bonität!

Es wäre zunächst denkbar, daß die Aufeinanderfolge von *Glechoma*-*Quercus robur*-Wald und *Fagion*-Gesellschaft lediglich räumlichen, nicht aber ebenfalls genetischen Charakter besitzt. Dafür, daß tatsächlich ein Sukzessionszusammenhang besteht, spricht die folgende Beobachtung:

Innerhalb älterer Bestände des *Glechoma*-*Quercus robur*-Walde hat sich

Festuca altissima teilweise bereits vereinzelt um die Füße der Baumstämme eingefunden. Diese Erscheinung dürfte eine Parallele zu den entsprechenden Vorgängen innerhalb der sh Buchenwälder der Jungmoräne darstellen. Hier kündigt sich das jeweils nächste Entwicklungsstadium des Waldes zunächst um die Baumstämme herum an, offensichtlich eine Folge davon, daß in diesem Bereich durch das an den Baumstämmen herabrinrende Niederschlagswasser die Degradation des Bodens am weitesten fortgeschritten ist.

Im übrigen ist interessant, daß die bei Noer auf den Glechoma-Wald folgende reine Fagetalia-Gesellschaft nicht mehr von den hier im Glechoma-Wald hervortretenden stark eutraphenten Arten *Mercurialis perennis*, *Melica uniflora* oder *Galium odoratum* bestimmt wird, sondern uns die Fagion-Gesellschaft sofort in Gestalt einer offenbar weniger nährstoffbedürftigen Einheit entgegentritt. Offensichtlich geht diese Erscheinung darauf zurück, daß die Strandwallsande relativ schnell degradieren.

4. 6. 2. Die Bewaldung *Festuca ovina*-reicher Strandwälle und Dünen

Der *Deschampsia flexuosa*-*Quercus robur*-Wald (Vegetationstabelle 16; Profiltabelle 7)

Eine im wesentlichen andere soziologische Struktur als die vom Elymo-Achilleetum herzuleitenden Waldtypen weist jene Waldgesellschaft auf, die in der Sukzession auf die *Galium littorale*-*Festuca ovina*-Gesellschaft folgt.

Zwar ist auch in dieser Einheit *Quercus robur* der beherrschende Baum, doch bietet die Krautschicht hier ein gegenüber dem Glechoma-*Quercus robur*-Wald stark verändertes Bild:

Von der letztgenannten Einheit ist der vorliegende Waldtyp negativ abgesetzt durch das Ausfallen der Arten der Artemisietae sowie einer Anzahl von Querco-Fagetea-Arten (u.a. *Adoxa moschatellina*, *Hedera helix*, *Bryophyllum sylvaticum*, *Mercurialis perennis*, *Galium odoratum*, *Stachys sylvatica*); *Melica uniflora* greift nur bei Noer mit einigen Exemplaren aus dem räumlich unmittelbar angrenzenden Glechoma-*Quercus robur*-Wald über.

Positiv wird die Einheit durch die folgenden Arten charakterisiert: *Calamagrostis epigeios*, *Agrostis tenuis*, *Carex arenaria*, *Dryopteris dilatata*

Profiltafel 7

Vegetationstyp	Glechomia - Quercus robur - Wald								Deschampsia - Quercus robur - Wald									
Bodentyp	Ranker		Ranker		Ranker		Ranker		Ranker		Ranker		Ranker		Ranker-Podsol			
Profil-Nr.	64	69	70	77					66	67	68	71			50			
Fundort	Strande (1527)		Noer (1526)		Noer (1526)		Noer (1526)		Noer (1526)		Noer (1526)		Noer (1526)		Gelting Birk (1224)			
Profilaufbau	0 cm 0	A _{h1} gmS+	A _{h2} mS	A _{h1} mS	A _{h2} mS	A _{h1} mS	A _{h2} mS	A _{h1} mS	A _{h1} mS	A _{h2} mS	A _{h1} mS	A _{h2} mS	A _{h1} mS	A _{h2} mS	A _{h1} gmS+			
Meßdaten																		
Glühverlust(%)									O _f	49,9	O _f	39,8	O _f	44,8	O _f	55,6		
	A _{h1}	14,5	A _{h1}	5,9	A _{h1}	4,9	A _{h1}	12,1	A _{h1}	5,4	A _{h1}	11,7	A _{h1}	18,1	A _{h1}	10,0		
	A _{h2}	4,6			A _{h2}	1,2	A _{h2}	3,6	A _{h2}	1,9	A _{h2}	4,1	A _{h2}	3,6	A _{h2,10-20}	0,6		
	A _{h3}	0,7			C ₄₀₋₆₀	0,2	C ₄₀₋₆₀	0,2	A _{h3,10-20}	0,7	C ₄₀₋₆₀	0,3	C ₄₀₋₆₀	0,3	C ₈₀₋₁₀₀	0,2		
					fA _h	1,9	fA _h	2,4	A _{h3,20-30}	0,6	C ₈₀₋₁₀₀	0,3			fA _h	1,1		
					C ₇₀₋₉₀	0,3	C ₆₅₋₈₀	0,3										
C(%)	A _{h1}	6,280 0,497 = 12,5	A _{h1}	2,820 0,200 = 14,6	A _{h1}	2,218 0,189 = 11,7	A _{h1}	5,631 0,406 = 13,9	A _{h1}	2,508 0,179 = 14,0	A _{h1}	5,233 0,343 = 15,3	A _{h2}	1,934 0,147 = 13,2	A _{h1}	4,686 0,287 = 16,3	A _{h1}	4,277 0,312 = 13,7
N(%)	A _{h2}	2,196 0,172 = 12,8			A _{h2}	1,763 0,137 = 12,9			A _{h2}	1,854 0,133 = 14,9								
pH(nKCl)	O _f	5,8	O _f	5,2		O _f	5,4	O _f	3,7	O _f	3,5	O _f	4,1	O _f	3,6			
	A _{h1}	6,1	A _{h1}	4,7	A _{h1}	4,6	A _{h1}	5,2	A _{h1}	3,4	A _{h1}	3,6	A _{h1}	3,5	A _{h1}	3,3		
	A _{h2}	5,6	A _{h2}	4,7	A _{h2}	3,7	A _{h2}	4,8	A _{h2}	3,8	A _{h2}	3,6	A _{h2}	3,5	A _{h2,10-20}	4,5		
	A _{h3}	6,9	C ₃₀₋₅₀	5,1	C ₂₀₋₄₀	4,9	C ₂₀₋₄₀	5,3	A _{h3,10-20}	4,3	C ₂₀₋₄₀	4,3	C ₂₀₋₄₀	4,6	A _{h2,20-40}	4,5		
	C ₄₀₋₆₀	7,0	C ₅₀₋₇₀	6,2	C ₄₀₋₆₀	4,9	C ₄₀₋₆₀	7,2	A _{h3,20-30}	4,7	C ₄₀₋₆₀	4,7	C ₄₀₋₆₀	4,5	C ₅₀₋₇₀	4,7		
	C ₆₀₋₈₀	6,8	C ₇₀₋₉₀	5,6	fA _h	5,5	fA _h	6,7	C ₄₀₋₆₀	5,1	C ₆₀₋₈₀	4,5	C ₆₀₋₈₀	4,8	C ₈₀₋₁₀₀	4,9		
	C ₈₀₋₁₀₀	7,4			C ₇₀₋₉₀	5,9	C ₆₅₋₈₀	6,5	C ₆₀₋₈₀	4,8	C ₈₀₋₁₀₀	4,9	C ₈₀₋₁₀₀	4,7				
									C ₈₀₋₁₀₀	4,7								
CaCO ₃ (%)	A _{h1}	Spur	A _{h1}	0,00	A _{h1}	0,00	A _{h1}	0,00	A _{h1}	0,00	A _{h1}	0,00	A _{h1}	0,00	A _{h1}	0,00		
	A _{h2}	Spur	A _{h2}	0,00	A _{h2}	0,00	A _{h2}	0,00	A _{h2}	0,00	A _{h2}	0,00	A _{h2}	0,00	A _{h2,10-20}	0,00		
	A _{h3}	0,3	C ₃₀₋₅₀	0,00	C ₂₀₋₄₀	0,00	C ₂₀₋₄₀	0,02	A _{h3,10-20}	0,00	C ₂₀₋₄₀	0,00	C ₂₀₋₄₀	0,00	A _{h2,20-40}	0,00		
	C ₄₀₋₆₀	2,8	C ₅₀₋₇₀	0,00	C ₄₀₋₆₀	0,00	C ₄₀₋₆₀	0,02	A _{h3,20-30}	0,00	C ₄₀₋₆₀	0,00	C ₄₀₋₆₀	0,00	C ₅₀₋₇₀	0,00		
	C ₆₀₋₈₀	3,3	C ₇₀₋₉₀	0,00	fA _h	0,00	fA _h	0,1	C ₄₀₋₆₀	0,00	C ₆₀₋₈₀	0,00	C ₆₀₋₈₀	0,00	C ₈₀₋₁₀₀	0,00		
	C ₈₀₋₁₀₀	2,5			C ₇₀₋₉₀	0,00	C ₆₅₋₈₀	Spur	C ₆₀₋₈₀	0,00	C ₈₀₋₁₀₀	0,00	C ₈₀₋₁₀₀	0,00				
P ₂ O ₅ (mg/100gB)	A _{h1}	14,5	A _{h1}	4	A _{h1}	5	A _{h1}	8	A _{h1}	6	A _{h1}	12	A _{h2}	4	A _{h1}	8		
	A _{h3}	1-	C ₃₀₋₅₀	3	C ₄₀₋₆₀	2	C ₄₀₋₆₀	1	A _{h3,10-20}	3	A _{h2}	4	C ₄₀₋₆₀	3	A _{h2,10-20}	4		
	C ₆₀₋₈₀	1							C ₆₀₋₈₀	4	C ₄₀₋₆₀	3	C ₄₀₋₆₀	3	C ₅₀₋₇₀	3		
									C ₈₀₋₁₀₀	3								
K ₂ O(mg/100gB)	A _{h1}	23	A _{h1}	7	A _{h1}	7	A _{h1}	15	A _{h1}	9	A _{h1}	18	A _{h2}	7	A _{h1}	11		
	A _{h3}	1	C ₃₀₋₅₀	2	C ₄₀₋₆₀	1	C ₄₀₋₆₀	1	A _{h3,10-20}	2	A _{h2}	5	C ₄₀₋₆₀	2	A _{h2,10-20}	3		
	C ₆₀₋₈₀	1							C ₆₀₋₈₀	1	C ₄₀₋₆₀	3	C ₈₀₋₁₀₀	1	C ₅₀₋₇₀	2		

Deschampsia flexuosa - Quercus robur - WaldA=Untergesellschaft v. *Lonicera periclymenum*I=Variante v. *Festuca ovina*

II=trennartenfreie Variante

III=Variante v. *Maianthemum bifolium*B=Untergesellschaft v. *Convallaria majalis*

Tabellen-Nr. Aufnahme-Nr.	A								B							
	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	
Artenanzahl der Höheren Pflanzen	20	23	21	14	17	17	17	20	20	10	11	12	13	14	15	582 Geltung Birk (1225)
Artenanzahl der Moose	5	6	1							586 Geltung Birk (1225)						
mittlere Az der Varianten	22,6; 0			18; 0; 0			20; 2; 0		20; 0; 0							
mittlere Az der Untergesellschaft																
mittlere Az der Gesamtgesellschaft																
Kronenschluß der Baumschicht (%)	95	90	95	90	100	80	95	95	90	90	90	95	85	98		
Höhe der Baumschicht (m)	6	9	8	6	10	4,5	9	7	9	45	4	45	45	45		
Bedeckung durch Kräuter (%)	85	95	95	75	85	90	95	95	95	95	90	90	50	80	70	
Bedeckung durch Moose (%)	5	5	1													
<u>Baumschicht:</u>																
Quercus robur	95	90	90	75	100	80	95	95	90	85	90	80	80	85	90	
Q Malus sylvestris									3	5	5	5	3			
P Crataegus monogyna																
F Fagus sylvatica																
Betula verrucosa																
<u>Strauchsiede:</u>																
dB, P Crataegus monogyna	3	2	5			2				1	6	1				
P Rosa canina						1	4			+	1					5
Lonicera periclymenum						1	1	1	1							
Rhamnus frangula									1							
Q Crataegus laevigata																
<u>Krautschicht:</u>																
<u>Trennarten gegen den Glechoma - Quercus robur - Wald:</u>																
Calamagrostis epigeios	1	+	1	30	8	15	5	1	1	2	3	+	+	1		
Deschampsia flexuosa	40	70	60	50	5	30	3	50	60	35	40					
Agrostis tenuis	5	10	1	+	+	5		+	1							
dB Carex arenaria																
dB Dryopteris dilatata																
dB Dryopteris carthusiana																
<u>Trennarten A:</u>																
dB, TAss Lonicera periclymenum	5	1	25	25	40	35	55	50	2							
F Milium effusum			+	1	+	10	15		+							
Q Anemone nemorosa		4	2	2	5	10			+							
TAss Polypodium vulgare						+	10	1	25	2						
F Melica uniflora						1				1						
<u>Trennarten A I:</u>																
Sorbus aucuparia (mel.) Kr.	5	5	+	+	+	+	+	+	+							
Luzula campestris	1	2	+													
Festuca ovina s.str.	15	5														
Hieracium laevigatum	5	+														
Hieracium pilosella	+	+														
M Polytrichum formosum	4	+														
M Rhytidadelphus squarrosus																
M Scleropodium purum																
M Mnium hornum																
M Dicranum scoparium																
M Pleurozium schreberi																
<u>Trennart A II:</u>																
Maianthemum bifolium																
<u>Trennart B:</u>																
Q Convallaria majalis																
<u>Kennart des Carpinion betuli:</u>																
Stellaria holostea	5	2	10	2	15	+	5	1	1	1	3	+	10	2		
<u>weitere Kennarten der Fagetalia sylvaticae:</u>																
Polygonatum multiflorum	4	2				+	+	+								
Dryopteris filix-mas						1		1								
Festuca altissima						3										
<u>Übrige Kräuter:</u>																
Dactylis glomerata																
Rubus fruticosus																
Quercus robur Kr.																
Rosa canina																
Anthoxanthum odoratum																
Poa pratensis																
Galeopsis spec.																
Moehringia trinervia																
Rumex acetosella																

Außerdem kommen vor: je dreimal: Galium aparine in 5 +, 7 3, 8 7; Arrhenatherum elatius in 5 +, 7 1, 9 +; Poa nemoralis in 5 +, 8 1, 9 +; Polygonum convolvulus in 7 +, 14 1, 15 +; Holcus lanatus in 11 1, 13 +, 14 2; je zweimal: Betula pubescens in 1 +, 2 +; Corylus avellana Kr. in 1 r, 9 +; Oxalis acetosella in 2 7, 8 5; Ajuga reptans in 3 +, 6 +; Poa angustifolia in 3 +, 6 +; Rubus idaeus in 7 5, 8 2; je einmal: Holcus mollis in 1 30; Rumex acetosa in 2 1; Illex aquifolium Kr. in 3 r; Fagus sylvatica Kr. in 3 +; Vicia angustifolia in 6 +; Galium mollugo in 6 r; Festuca rubra in 6 +; Prunus spinosa Kr. in 8 +; Stellaria media in 9 +; Melampyrum pratense in 12 +; Geranium sanguineum in 12 +.

TAss = Trennart der Ges. gegenüber dem Glechoma - Quercus robur - Wald; P = Kennart der Prunetalia spinosae; F = Kennart der Fagetalia sylvaticae; Q = Kennart der Quero-Fagetea; dB=differenzierende Art in B; M=Moos

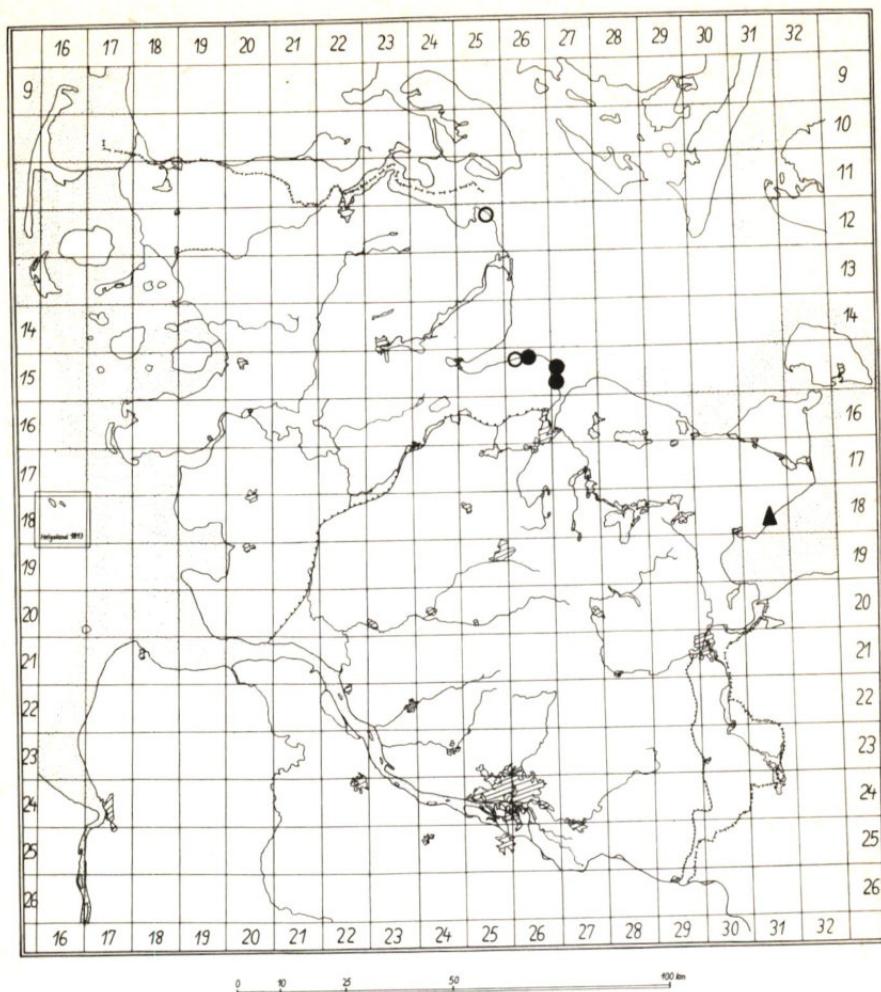


Abb. 18 Verbreitung der Waldgesellschaften

- = Glechoma - Quercus robur - Wald
- = Deschampsia flexuosa - Quercus robur - Wald
- ▲ = Populo - Quercetum

und *Dryopteris carthusiana* s. str., *Polypodium vulgare*, *Lonicera periclymenum* und nicht zuletzt durch *Deschampsia flexuosa*.

Deschampsia flexuosa ist bei Einsetzen der Bewaldung konkurrenzfähiger als *Festuca ovina*, verdrängt diese aus ihrer dominierenden Stellung und erreicht schließlich nicht selten einen Deckungsgrad von mehr als 50 %. Auffallend ist, daß dem geschlossenen Eichenwald häufig bereits ein *Deschampsia flexuosa*-Saum von ca. 1 - 2 m Breite vorgelagert ist. Erst in Beständen mit sehr dichtem Kronenschluß geht die Art wieder zurück (vgl. hierzu auch RAABE 1951).

Physiognomisch vermittelt der *Deschampsia*-Eichenwald zunächst den Eindruck einer *Quercion roburi-petraeae*-Gesellschaft (*Quercus robur* als beherrschender Baum, *Deschampsia flexuosa* und *Lonicera periclymenum* als bestimmende Elemente in der Krautschicht, ferner Auftreten der genannten *Dryopteris*-Arten sowie von *Polypodium vulgare*). Eine nähere Analyse legt jedoch eine andere Einordnung nahe:

Als regionale Kennart der *Quercetea roburi-petraeae* steht - von dem unbedeutenden Auftreten von *Hieracium laevigatum* (Einheit A I) abgesehen - höchstens *Lonicera periclymenum* zur Diskussion. Dabei ist aber zu berücksichtigen, daß diese Spezies in SH weit über den Bereich der Klasse hinausgreift. So gedeiht sie z. B. auch reichlich in eindeutigen *Quero-Fagetea*-Knicks (vgl. hierzu auch H.E. WEBER 1967).

Eine gewisse Verbindung zum *Fago-Quercetum* wird durch *Convallaria majalis* hergestellt, die - im Gegensatz zu anderen geographischen Bereichen¹⁾ - in SH sehr eng an den Buchen-Eichen-Wald gebunden ist.

Im übrigen aber fehlen typische Glieder der Eichen-Birken-Wälder wie *Melampyrum pratense*, *Trifolium europaea*, *Vaccinium myrtillus*, *Pteridium aquilinum*, *Holcus mollis*, *Leucobryum glaucum* völlig; *Rhamnus frangula*, *Sorbus aucuparia* und *Dicranum scoparium* sind aufgrund ihrer geringen Stetigkeit für das Gefüge der Gesellschaft nur von geringer Bedeutung.

1) OBERDORFER (1970) nennt *Convallaria majalis* für *Carpinion*-Ges., tiefliegende Fageten, Eichen-Auenwälder des Ulmion, *Quercetalia pubescantis*-Ges., artenreiche *Quercion roburi-petraeae*-Ges., das *Calamagrostidion* und weist ihr die Stellung einer "schwachen Querco-Fagetea-Art" zu. Der Grund für die Einengung der soziologisch-ökologischen Amplitude der Art in SH dürfte in den hier weniger günstigen thermischen Verhältnissen zu suchen sein. Das Wärmebedürfnis von *Convallaria* kann bei uns offensichtlich nur noch auf den (leicht erwärmbarer) Sandstandorten befriedigt werden.

Das Fehlen wesentlicher Eichen-Birken-Wald-Komponenten wird aufgezeigt durch eine Reihe von Querco-Fagetea-Vertretern. Es sind dies in der Krautschicht *Stellaria holostea*, *Polygonatum multiflorum*, *Dryopteris filix-mas* sowie, begrenzt auf die Bestände bei Noer, *Milium effusum*, *Anemone nemorosa* und *Melica uniflora*; in der Baumschicht *Malus sylvestris*, *Crataegus monogyna*, *Cr. laevigata*, *Rosa canina* und, in einer Aufnahme, auch *Fagus sylvatica*. Damit dürfte der Querco-Fagetea-Charakter der Gesellschaft gesichert sein.

Schwieriger ist die Frage nach der Verbandszugehörigkeit zu beantworten. Provisorisch wurde die Einheit dem *Carpinion betuli* zugewiesen. Bei der nach OBERDORFER (1970) vorgenommenen Einordnung von *Stellaria holostea* als Kennart dieses Verbandes muß jedoch festgehalten werden, daß diese Spezies in SH u.a. auch in Rotbuchenwäldern (*Fagion*) eine Rolle spielen kann.

Der *Deschampsia flexuosa*-*Quercus robur*-Wald wurde, zumal er nur auf zwei Punkte beschränkt ist, ranglos gelassen.

Die Gesellschaft läßt sich in mehrere Untereinheiten gliedern:

- a. eine "Untergesellschaft von *Lonicera periclymenum*" (Block A) sowie
- b. eine "Untergesellschaft von *Convallaria majalis*" (Block B).

Innerhalb der erstgenannten Einheit deutet die "Variante von *Festuca ovina*" auf einen stärkeren Lichteinfall auf die Krautschicht hin. Über die oben skizzierten Artenkombinationen hinaus differieren der Glechoma- und der *Deschampsia*-Eichenwald noch in einem weiteren Punkt: Im Glechoma-*Quercus robur*-Wald stehen die Baumstämme relativ dicht, während sich demgegenüber der Abstand der Eichen voneinander im *Deschampsia*-Typ erheblich vergrößert und die Bäume hier auch weiter ausladende Kronen besitzen. (So wurde bei einer 8 m hohen Eiche ein Kronendurchmesser von 15 m festgestellt!)

Vitalitätsmäßig macht die Eiche in beiden Gesellschaften einen ungünstigen Eindruck und überschreitet nur selten die V. Bonität.

Der Eichenwald der sh Ostseeküste ist auf die Strandwälle von Gelting Birk, Noer und Strande beschränkt.

Die Bestände von Strande und Gelting Birk werden bzw. wurden in der Vergangenheit niederwaldartig genutzt; für den Eichenwald bei Noer wurden lediglich vereinzelt Stämme entfernt.

Bei Strande sind in der Vergangenheit Gehölzpflanzungen vorgenommen worden (u.a. *Berberis* und *Ligustrum*!), so daß hier keine völlig natürlichen Verhältnisse vorliegen.

4.6.3. Ein Vergleich der edaphischen Verhältnisse des Glechoma-*Quercus robur*-Waldes mit denen des Deschampsia flexuosa-*Quercus robur* Waldes

Wie eben dargelegt wurde, weichen der Glechoma-*Quercus robur*-Wald und der Deschampsia flexuosa-Wald in ihrem soziologischen Aufbau grundlegend voneinander ab. Wie sind diese Unterschiede kausal zu deuten?

Aus der Morphologie der Bodenprofile lassen sich kaum ökologisch abweichende Verhältnisse ableiten:

Der Bodentyp ist unter beiden Gesellschaften im Regelfall ein Ranker; lediglich in dem Profil von Gelting Birk (P 50) ist eine deutliche Podsolierung wahrzunehmen, so daß hier bereits die Stufe eines Ranker-Podsols erreicht ist.

Sämtliche Profile zeichnen sich - bei nur geringmächtigen O₁- und Of-Lagen- durch einen mehr oder weniger starken schwarzgrauen bis schwarzen A_h-Horizont aus. Die Humusform ist auch hier ein Mullartiger Moder i.S. KUBIENAS (1953) bzw. ein Sandmull i.S. der AG BODENKUNDE¹⁾. Diese Einstufung wird gestützt durch mittlere C/N-Verhältnisse von $13,3 \pm 1,8$ (Glechoma-*Quercus robur*-Wald) bzw. $14,5 \pm 1,3$ (Deschampsia flexuosa-*Quercus robur*-Wald)²⁾. Die angeführten Mittelwerte sind nicht signifikant voneinander verschieden.

Das vergleichsweise enge C/N-Verhältnis unter dem Deschampsia-*Quercus*-Typ ist ein ökologisches Indiz dafür, daß die Gesellschaft nicht in den Rahmen des Quercion roburi-petraeae eingefügt werden kann. Die C/N-Quotienten unter den Einheiten dieses Verbandes dürften allgemein erheblich weiter sein als die unter dem Deschampsia-Eichenwald der sh Ostseeküste. So ergibt sich z. B. aus 17 von HARTMANN und JAHN (1967) für den A_h von Buchen-Eichen-Wäldern (Fago-Querceten) des mitteleuropäischen Gebirgsraumes mitgeteilten Werten ein durchschnittliches C/N-Verhältnis von 18,6!

1) Im Deschampsia-Wald ist allerdings lokal bereits eine Tendenz in Richtung Moder zu beobachten (von der Morphologie her Mullartiger Moder i.S. der AG BODENKUNDE 1971).

2) Die in den Böden des Deschampsia-Eichenwaldes gegebene Parallelität von engem C/N-Verhältnis einerseits und niedrigen pH-Zahlen ($Z = 3,6$), niedrigem S-Wert ($\bar{x} = 4,5 \pm 2,0$ mval/100 g Boden) sowie niedrigem V-Wert ($\bar{x} = 20,0 \pm 10,2\%$) andererseits mag zunächst überraschen, da enge C/N-Verhältnisse i. a. an basenreiche Böden gebunden sind (vgl. u. a. v. ZEZZSCHWITZ 1973). Auch v. ZEZZSCHWITZ fand jedoch auf schwach basenhaltigen Sandböden (S-Wert: 2,1 mval/100 g Boden; V-Wert: 17 %) (Braunerden am Stromberg/Eifel) ein enges C/N-Verhältnis (12). Er führt dies hier auf eine durch das hohe Luftvolumen der Sande bedingte gesteigerte biologische Aktivität zurück, die gleiche C/N-Verhältnisse zur Folge hatte wie auf basenreichen "Basalt-Braunerden".

$\text{mg P}_2\text{O}_5(\text{Laktat})/100 \text{ g Boden}$

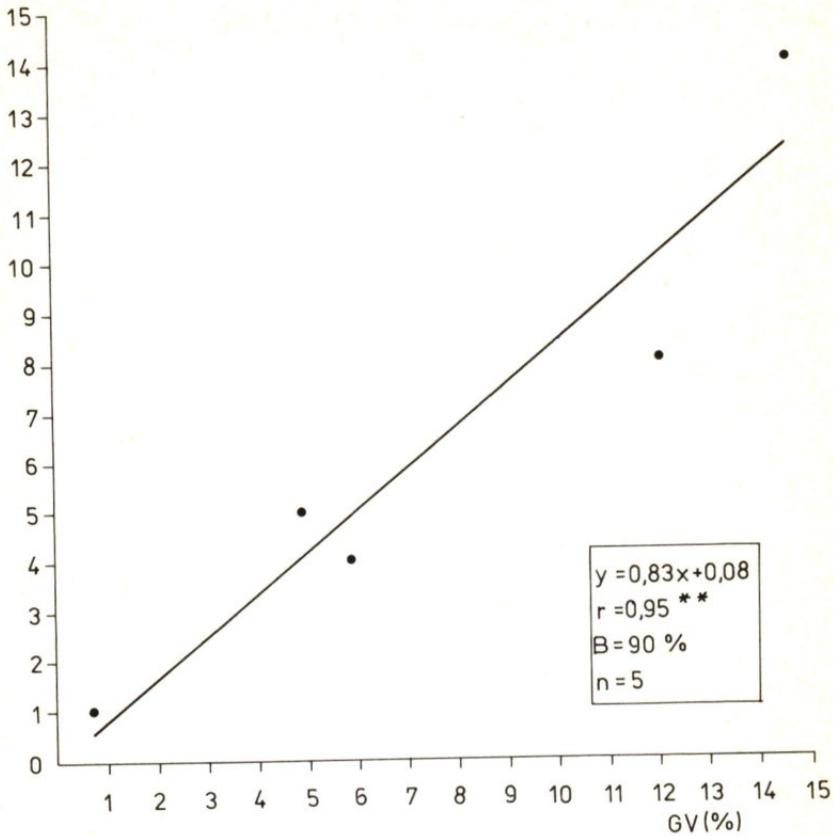


Abb. 19 Glechoma-Quercus robur-Wald: Abhängigkeit der laktatlöslichen Phosphor-Konzentrationen vom Humusgehalt (nur A_h)

mg K₂O(Laktat)/
100g Boden

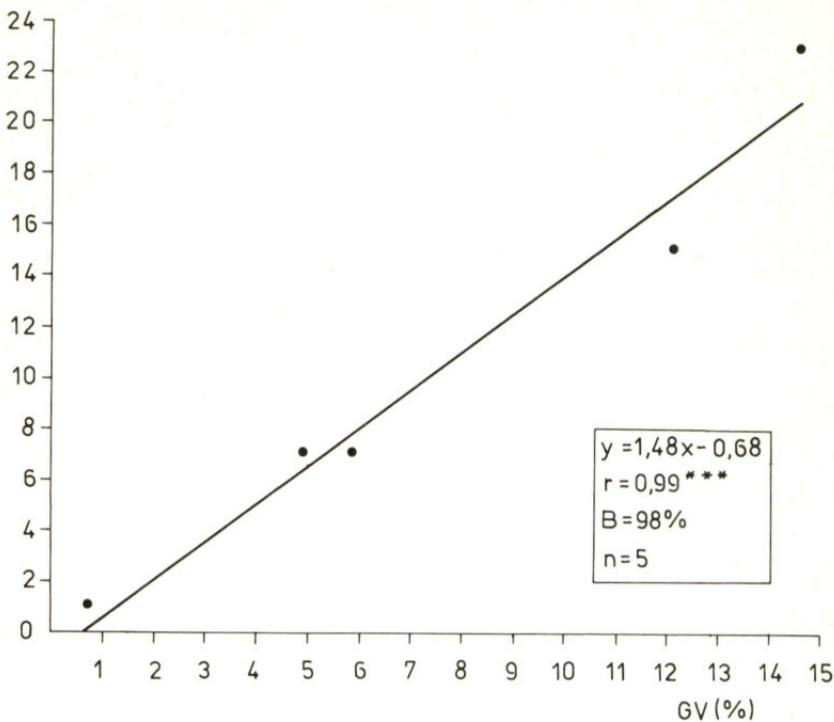


Abb. 20 Glechoma -Quercus robur -Wald: Abhängigkeit der laktatlöslichen Kalium-Konzentrationen vom Humusgehalt (nur A_h)

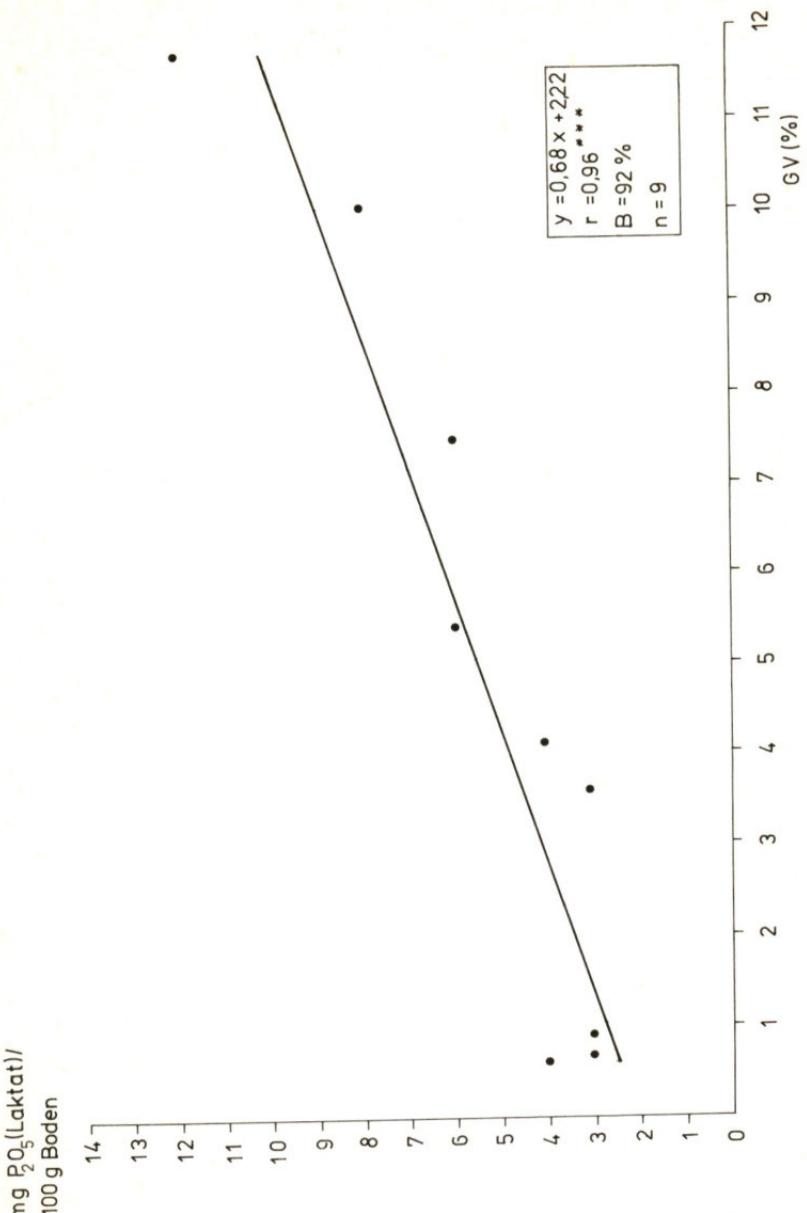


Abb. 21 Deschampsia flexuosa-Quercus robur-Wald: Abhängigkeit der laktatlöslichen Phosphor-Konzentrationen vom Humusgehalt (nur A_h)

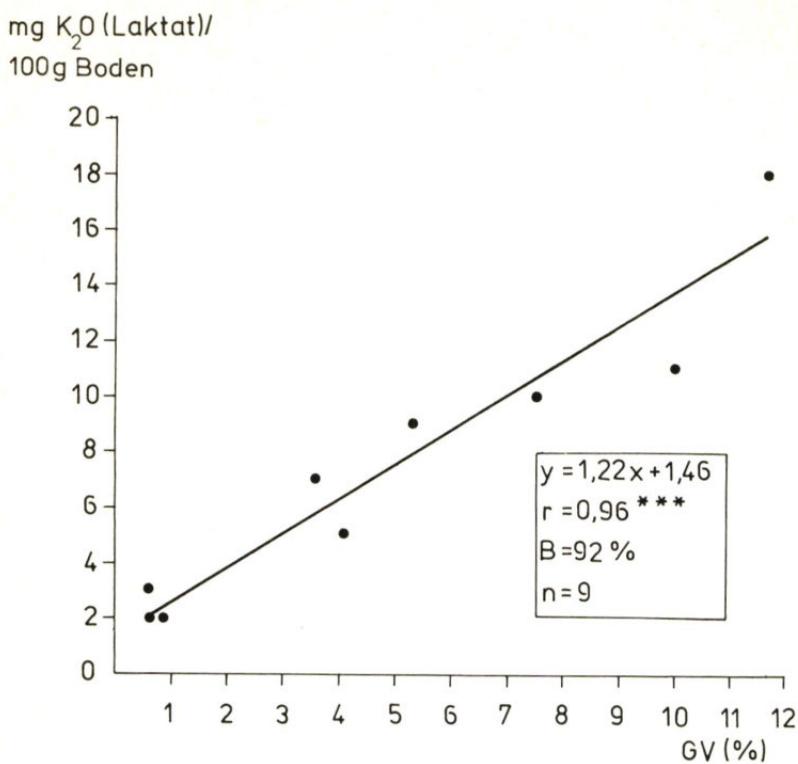


Abb. 22 *Deschampsia flexuosa*-*Quercus robur*-Wald: Abhängigkeit der laktatlöslichen Kalium-Konzentrationen vom Humusgehalt (nur A_h)

Auch die in den Böden akkumulierten Humusmengen liegen innerhalb des-selben Bereichs. Im einzelnen sind folgende Mengen zu erwarten:

Glechoma-Quercus robur-Wald: $\bar{x} = 100\,000 \pm 30\,000 \text{ kg/ha}$
 Deschampsia-Quercus robur-Wald: $\bar{x} = 100\,000 \pm 60\,000 \text{ kg/ha}$.

Im USG sind die unter Waldvegetation ermittelten Humusmengen erheblich höher als die unter den entsprechenden Ausgangsgesellschaften, eine offensichtliche Folge der stärkeren Stoffproduktion des Waldes.

Auch unter den besprochenen Waldgesellschaften der sh Ostseeküste be-steht eine hochsignifikante Beziehung zwischen dem Humusgehalt und den Konzentrationen an verfügbarem P_2O_5 bzw. K_2O (vgl. Abb. 19, 20, 21, 22).

Bezüglich der pro ha vorhandenen Mengen an laktatlöslichem Phosphor und Kalium bestehen deutliche Unterschiede allerdings lediglich bei den P_2O_5 -Mengen des Gesamtbereichs von 0 - 40 cm (vgl. Tab. 9). Dabei erge-ben sich wider Erwarten die höchsten Werte für den Deschampsia flexuosa-Typ! Wenn als extrem eutraphent zu betrachtende Spezies wie Alliaria officinalis, Chaerophyllum temulum, Geum urbanum, Geranium robertia-num, Brachypodium sylvaticum, Mercurialis perennis u. a. im USG auf den Glechoma-Quercus robur-Typ beschränkt sind, dann läßt sich in unseren Ergebnissen keine Stütze für eine bevorzugte Versorgung dieser Arten mit P und K finden¹⁾.

T a b e l l e 9 Vergleich zwischen den unter dem Glechoma-Quercus robur-Wald und dem Deschampsia flexuosa-Quercus robur-Wald zu erwartenden Mengen an laktatlöslichem Phosphor und Kalium

	P_2O_5 (kg/ha) (\bar{x})	K_2O (kg/ha) (\bar{x})	
Profilbereich (in cm)	0 - 20	0 - 40	0 - 20
Glechoma-Quercus robur-Wald	90 \pm 10	120 \pm 10	140 \pm 25
Deschampsia flexuosa-Quercus robur-Wald	100 \pm 20	165 \pm 25	130 \pm 30
			190 \pm 35

Dieser Befund bestärkt ein weiteres Mal die Vermutung, daß im USG unter den Nährstoffen nicht P und (oder) K, sondern wahrscheinlich N der Minimumfaktor ist.

1) Denkbar ist allerdings, daß im Glechoma-Wald durch die sich dort relati-viv früh entwickelnde Krautschicht im März/April ein stärkerer Nährstoff-entzug eingetreten ist als im Deschampsia-Wald mit seiner sich erst später im Jahr entfaltenden Krautschicht (s. auch die Untersuchungen SCHMIDTs (1970) in niedersächsischen Buchenwäldern).

Was die Mengen an Gesamt-Stickstoff anbetrifft, so sind zwischen den beiden Waldgesellschaften keine signifikanten Unterschiede zu erwarten: Sowohl die C/N-Quotienten (aus denen der Anteil des N an der organischen Substanz abgeleitet werden kann) als auch die Humusmengen bewegen sich unter beiden Vegetationseinheiten innerhalb desselben Bereichs.

Der Gesamt-Stickstoff ist allerdings in ökologischer Hinsicht nur begrenzt aussagefähig, da die Pflanze N nur in anorganischer Form (als NH₄ oder NO₃) aufzunehmen vermag.

Nach SCHEFFER und ULRICH (1960) ist die Stärke der Netto-Stickstoffmineralisierung¹⁾ u.a. vom C/N-Verhältnis des Humus abhängig. Da sich die C/N-Verhältnisse der Böden der beiden Eichenwald-Gesellschaften nicht signifikant voneinander abheben, kann aus dieser Größe keine unterschiedliche Intensität der N-Mineralisierung abgeleitet werden. (Bei den engen C/N-Verhältnissen ist in beiden Fällen mit einer vergleichsweise hohen Netto-Stickstoffmineralisierung zu rechnen.)

Für das Gedeihen einer Pflanzenart ist aber im Regelfall nicht nur die Höhe des gesamten anorganischen Stickstoffs, sondern auch die Stickstoffform maßgebend. Dies geht u.a. aus Versuchen BOGNERS (1968) hervor.

BOGNER prüfte das Wuchsverhalten von 84 Waldbodenpflanzen bei verschiedener Stickstoffform in Sand-Wasser-Kultur. Der Stickstoff wurde dabei entweder als reines NH₄, als reines NO₃ oder als NH₄-NO₃-Gemisch im Verhältnis 30 : 70 angeboten. Das Angebot einer jeden Stickstoffform erfolgte bei dreifach abgestufter Wasserstoffionenkonzentration (pH 3,3; 6,0; 8,0). Als Maß für die pflanzliche Wuchsleistung diente das Trockengewicht der Sproß- und Wurzelmasse. Die "relative Wuchsleistung" ergab sich aus folgender Berechnung:

$$\text{rel. Wuchsleistung} = \frac{\text{mittl. Trockengewicht der Reihe} \cdot 100}{\text{mittl. Trockengewicht der wüchsrigsten Reihe}}$$

Die Untersuchungen BOGNERS belegen für die Mehrzahl der getesteten Arten eine eindeutige Beziehung zwischen Wuchsleistung und Stickstoffform.

Entscheidend für die vorliegende Problemstellung ist nun, daß im Boden eine enge Korrelation zwischen pH und Nitrifikationsgrad besteht (Nitrifikationsgrad = prozentualer Anteil des NO₃-N an der Gesamtmenge anorganischen Stickstoffs).

Wie u.a. EVERS (1964) ausführt, ändert sich die Form des Stickstoffangebots "in annähernd folgender Weise":

1) Netto-Stickstoffmineralisierung = Überschuß an Mineralstickstoff, der nach Abzug des Eigenbedarfs der Mikroorganismen den Höheren Pflanzen verbleibt.

"a) Im alkalischen pH-Bereich ist eine meist starke Nitrifikation gegeben; der Stickstoff kann damit mehr oder weniger ausschließlich als NO_3^- -N im Boden vorliegen . . .

b) Unter schwach sauren Bedingungen ist die Nitrifikationsaktivität weniger stark ausgeprägt und das Stickstoffangebot erfolgt daher meist in einer aus NO_3^- - und NH_4^+ -gemischten Form . . .

c) Bei stark saurer Reaktion im Boden ist die Tätigkeit der Nitrifikanten (Nitrosomonas, Nitrobacter) meist völlig eingestellt und Stickstoff wird nur als NH_4^+ angeliefert . . ." (a.a.O., S. 31).

Nach LARCHER (1973) wird die Nitratbildung bei $\text{pH} < 4,5$ stark gehemmt.

In unserem Zusammenhang ist es nun von Belang, daß sich die hier zu vergleichenden Waldgesellschaften hinsichtlich ihrer pH-Verhältnisse deutlich voneinander abheben. Einzelheiten sind Tab. 10 zu entnehmen.

Tabelle 10 Vergleich der pH-Werte des A_h von Glechoma-Quercus robur-Wald und Deschampsia flexuosa-Quercus robur-Wald

	n	Variationsbreite	Zentralwert
Glechoma-Quercus robur-Wald	8	(3,7 -) 4,6 - 6,1	4,8
Deschampsia flexuosa-Quercus robur-Wald	10	3,3 - 3,8 (- 4,5) ¹⁾	3,6

Die höheren pH-Werte im Glechoma-Quercus robur-Wald machen es wahrscheinlich, daß in diesem Waldtyp ein höherer Nitrifikationsgrad erreicht wird als im Deschampsia flexuosa-Quercus robur-Wald, in dem der anorganische Stickstoff vermutlich überwiegend als Ammonium vorliegt. Es ist somit zu erwarten, daß die nitratbedürftigen Arten innerhalb der Waldgesellschaften des USG eine stärkere Bindung an den Glechoma-Wald als an den Deschampsia-Wald zeigen.

Von den in unseren Waldtabellen angeführten Arten wurde nur ein Teil von BOGNER (1968) bzw. BOGNER und DIETERICH (1968) auf ihre Ansprüche an die Stickstoffform getestet. Diese Spezies lassen sich im einzelnen folgenden Reaktionsgruppen zuordnen:

I. Nicht existenzfähig bei reiner Ammonium-Ernährung und einem pH von 3,3 bzw. 6,0²⁾:

1) Humusgehalt bei pH 4,5 nur 0,6%!

2) Die Verhältnisse bei pH 8,0 können hier außeracht gelassen werden, da so niedrige H^+ -Konzentrationen in den von uns untersuchten Wäldern nicht auftreten.

<i>Mercurialis perennis</i>	<i>Galium odoratum</i>
<i>Alliaria officinalis</i>	<i>Campanula trachelium</i>

Wenn diese Spezies im USG auf den *Glechoma*-*Quercus robur*-Wald beschränkt sind, dann steht dies in bester Übereinstimmung mit den oben erörterten Beziehungen zwischen dem pH des Bodens und der Stickstoffform.

Zu ergänzen ist, daß *Alliaria officinalis* in den Versuchen BOGNERS (1968) bei einem pH von 3,3 auch dann nicht lebensfähig war, wenn reines NO_3 oder ein Gemisch von NH_4 und NO_3 verabreicht wurde. Diese Art fehlt demnach innerhalb des *Deschampsia*-*Quercus robur*-Waldes nicht nur aufgrund der N-Form.

II. Mäßige bis starke Wachstumshemmung (relative Wuchsleistung unter 50%) bei reiner Ammonium-Ernährung und einem pH von 3,3 bzw. 6,0:

<i>Geum urbanum</i>	<i>Stellaria holostea</i>
<i>Urtica dioica</i>	<i>Maianthemum bifolium</i>
<i>Geranium robertianum</i>	<i>Calamagrostis epigeios</i>
<i>Melica uniflora</i>	
<i>Stachys sylvatica</i>	
<i>Festuca gigantea</i>	
<i>Brachypodium sylvaticum</i>	

Die in der linken Kolonne aufgeführten Arten sind im USG (fast) ausschließlich im *Glechoma*-*Quercus robur*-Wald anzutreffen. *Stellaria holostea* und *Calamagrostis* erscheinen in beiden Waldtypen, wobei allerdings *Calamagrostis epigeios* im *Glechoma*-Wald stark zurücktritt. Es ist dies eine offensichtliche Folge des Lichtentzugs durch die hier geschlosseneren Baumbestände. *Maianthemum* ist auf eine einzige Aufnahme aus dem *Deschampsia*-Wald begrenzt.

III. Den Versuchen BOGNERS (1968) zufolge erreicht *Deschampsia flexuosa* unter unterschiedlichen Voraussetzungen eine relative Wuchsleistung von > 50%:

- bei reiner Ammonium-Zufuhr und beliebigem pH;
- bei reinem Nitrat-Angebot und einem pH von 3,3 und 6,0;
- bei gemischter N-Form und einem pH von 3,3 und 6,0.

Das Wachstumsoptimum (relative Wuchsleistung = 100%) allerdings liegt bei pH 3,3 und einem Angebot von reinem NH_4 -N oder gemischter Stickstoffform vor.

Nach ihren physiologischen Ansprüchen müßte *Deschampsia flexuosa* demnach auch auf den Substraten des *Glechoma*-*Quercus*-Waldes existenzfähig sein. Wenn dieses Gras dort fehlt, dann wird dies dem Konkurrenzdruck anderer Arten zuzuschreiben sein. Daß *Deschampsia flexuosa* erst

Vegetationstyp	Golium littorale - Festuca ovina - Gesellschaft																																		
	Cladonia-Phase						Achillea-Phase																												
Basiseinheit	AI		AI		AI		BI		BT		BII		BIII		BIV		BV		BVI		BVI		BVI												
	Ranke	Ranke	Ranke	Ranke	Ranke	Ranke	Ranke	Ranke	Ranke	Ranke	Ranke	Ranke	Ranke	Ranke	Ranke	Ranke	Ranke	Ranke	Ranke	Ranke	Ranke	Ranke	Ranke	Ranke											
Bodentyp	Ranker	Ranker	Ranker	Ranker	Ranker	Ranker	Ranker	Ranker	Ranker	Ranker	Ranker	Ranker	Ranker	Ranker	Ranker	Ranker	Ranker	Ranker	Ranker	Ranker	Ranker	Ranker	Ranker	Ranker											
Profil-Nr.	18	41	25	13	9	46	73	74	85	87	42	43	45	49	40	10	11	17a	26																
Fundort	Grüner Brink (1433)	Weidenhaus (1630)	Battsand (1527)	Aschau (1525)	w Hohwacht (1629)	Weidenhaus (1630)	Noer (1525)	Noer (1525)	Kellenhusen (1832)	Kellenhusen (1832)	Weidenhaus (1630)	Weidenhaus (1630)	Weidenhaus (1630)	Getting Birk (1725)	w Hohwacht (1629)	w Hohwacht (1629)	Grüner Brink (1433)	Battsand (1527)																	
Profilaufbau																																			
Meßdaten																																			
Glühverlust (%)	O _f A _h	60,1 1,1	O _f A _{h1}	78,8 5,0	A ₋₁ A _{h2}	14,2 1,1	A _h A _{h3}	3,1 0,4	A _{h1} A _{h2}	7,7 2,7	A _h B _v A _h	3,1 1,1	A _h A _h	2,0 1,2	A _h C	0,2 fA _{h1} C ₄₀₋₆₀	C ₁₅₋₃₀ 0,3	O _f A _{h1}	42,7 5,8 1,3	O _f A _{h2}	55,3 3,4	O _f A _{h1}	69,6 4,4	O _f A _{h2}	51,2 2,2	O _f A _{h1}	7,9 1,1	A _h A _{h2}	8,5 0,6	A _{h1} A _{h2}	10,7 0,4	A _{h1} A _{h2}	57,8 0,2	O _f A _{h1}	77,2 1,3
C(%) N(%)	A _h 0,04	8,48 ± 12,0	A _{h1} 0,15	3,09 ± 20,6	A _{h2} 0,39	6,29 ± 15,9	A _h 0,11	1,39 ± 12,9	A _{h1} 0,27	3,20 ± 11,9	A _h 0,12	1,43 ± 11,9	A _h 0,06	0,88 ± 14,7	A _h 0,05	0,64 ± 12,8	A _M 0,19	2,86 ± 15,1	A _h 0,10	1,44 ± 14,4	A _H 0,11	1,32 ± 12,0	A _H 0,16	2,15 ± 13,4	A _H 0,08	0,97 ± 12,4	A _H 0,36	5,38 ± 14,9	A _H 0,42	4,94 ± 11,8	A _H 0,26	2,84 ± 10,8	A _H 0,63	9,94 ± 15,8	
pH(nKCl)	O _f A _h	3,9 4,5	O _f A _{h1}	3,9 3,8	O _f A _{h2}	3,5 5,0	O _f A _{h3}	3,5 4,1	O _f A _{h1}	4,9 4,4	O _f A _{h2}	4,0 4,4	O _f A _h	4,0 5,5	O _f A _{h1}	4,3 5,4	O _f A _{h2}	4,3 5,1	O _f A _{h1}	4,3 4,5	O _f A _{h2}	4,1 4,1	O _f A _{h1}	4,3 4,1	O _f A _{h2}	4,9 5,2	O _f A _{h1}	3,7 3,9	O _f A _{h2}	4,9 4,7	O _f A _{h1}	5,9 4,1	O _f A _{h2}	5,9 5,5	
C ₂₅₋₄₀ C ₄₀₋₆₀	C ₂₅₋₄₀ C ₄₀₋₆₀	5,1 8,9	C ₂₅₋₄₅ C ₄₀₋₆₀	6,5 6,4	C ₂₅₋₅₀ C ₄₀₋₆₀	5,5 5,7	C ₂₅₋₅₅ C ₄₀₋₆₀	5,5 6,7	C ₂₅₋₆₀ C ₄₀₋₆₀	6,1 6,3	C ₂₅₋₆₅ C ₄₀₋₆₀	5,5 6,3	C ₂₅₋₇₀ C ₄₀₋₆₀	5,5 6,2	C ₂₅₋₇₅ C ₄₀₋₆₀	5,5 5,9	C ₂₅₋₈₀ C ₄₀₋₆₀	5,5 6,0	C ₂₅₋₈₅ C ₄₀₋₆₀	5,5 5,9	C ₂₅₋₉₀ C ₄₀₋₆₀	5,5 6,4	C ₂₅₋₉₅ C ₄₀₋₆₀	5,5 6,4	C ₂₅₋₁₀₀ C ₄₀₋₆₀	5,5 6,5	C ₂₅₋₁₀₅ C ₄₀₋₆₀	5,5 6,6	C ₂₅₋₁₁₀ C ₄₀₋₆₀	5,5 6,7	C ₂₅₋₁₁₅ C ₄₀₋₆₀	5,5 6,8	C ₂₅₋₁₂₀ C ₄₀₋₆₀	5,5 6,9	
CaCO ₃ %	A _h C ₂₅₋₄₀ C ₄₀₋₆₀	0,00 0,00	A _{h1} A _{h2}	0,00 0,00	A _{h1} A _{h3}	0,00 0,00	A _{h1} A _{h2}	0,00 0,00	A _h B _v A _h	0,00 0,00	A _h B _v	0,00 0,00	A _h B _v	0,00 0,00	A _h B _v	0,00 0,00	A _{h1} A _{h2}	0,00 0,00	A _{h1} A _{h2}	0,00 0,00	A _{h1} A _{h2}	0,00 0,00	A _{h1} A _{h2}	0,00 0,00	A _{h1} A _{h2}	0,00 0,00	A _{h1} A _{h2}	0,00 0,00							
P ₂ O ₅ (mg/100gBl)	A _h C ₂₅₋₄₀	2 3	A _{h2} C ₄₀₋₆₀	2 1	A _{h2} C ₃₀₋₄₅	2 2	A _{h1} A _{h2}	11 1	A _h B _v	3 2	A _h C ₃₀₋₃₅	2 3	A _h C ₃₀₋₄₀	2 4	A _h fA _{h1}	4 3	A _{h1} C ₂₅₋₄₅	5 2	A _{h1} A _{h2}	4 2	A _{h1} C ₂₀₋₃₅	4 1	A _{h1} C ₂₀₋₅₀	2 2	A _{h1} C ₁₅₋₃₀	5 2	A _{h1} C ₁₀₋₂₀	6 1	A _{h1} C ₅₋₁₀	8 1	A _{h1} A _{h2}	5 2	A _{h1} A _{h2}	18 1	
K ₂ O(mg/100gBl)	A _h C ₂₅₋₄₀	2 2	A _{h2} C ₄₀₋₆₀	2 1	A _{h2} C ₃₀₋₄₅	3 1	A _h A _{h2}	22 2	A _h B _v	3 2	A _h C ₂₅₋₃₀	3 3	A _h C ₂₀₋₃₅	3 3	A _{h1} fA _{h1}	8 6	A _{h1} C ₂₅₋₄₅	9 3	A _{h1} A _{h2}	10 2	A _{h1} A _{h2}	9 1	A _{h1} A _{h2}	4 2	A _{h1} C ₂₀₋₃₅	17 1	A _{h1} A _{h2}	20 1	A _{h1} A _{h2}	13 2	A _{h1} A _{h2}	53 1			

aufgrund von Konkurrenten zu einem charakteristischen Indikator extrem saurer Böden wird, geht bereits aus den Versuchen OLSENS (1923) hervor.

IV. Nur wenig differenzierte Ansprüche an die Stickstoffform lassen die folgenden Arten erkennen:

Anthoxanthum odoratum
Milium effusum
(Festuca altissima)

Da im Küstengebiet stets eine Beeinträchtigung der Vegetation durch den Badebetrieb mit in Erwägung gezogen werden muß, darf noch ein zusätzlicher Gesichtspunkt diskutiert werden: Verdanken die extrem eutraphenen, darunter insbesondere die nitrophilen Wald- und Gebüscharten ihre Existenz im USG erst der Düngung mit anthropogenen Verdauungsrückständen und Stoffwechselprodukten?

Bei Strande war ein solcher Einfluß vor der Installierung sanitärer Anlagen höchst offenkundig. Die nitrophile Tendenz der Vegetation ist hier somit durch den Menschen eindeutig stabilisiert, u. U. sogar verstärkt worden. Bei Noer liegt der Glechoma-Quercus-Wald jedoch in einem Gebiet, das kaum von Badegästen aufgesucht wird.

Eine nachträgliche exakte Trennung des Einflusses der vom Menschen unabhängigen edaphischen Faktoren und der Einwirkung anthropogener Eutrophierung ist natürlich nicht möglich.

4.6.4. Die Bewaldung Calluna-reicher Strandwälle und Dünen (Vegetationstabelle 17)

Ein wiederum anderes Gepräge als die aus *Festuca rubra*- bzw. *Festuca ovina*-reichen Strandwällen und Dünen hervorgegangenen Waldgesellschaften läßt jener Waldtyp erkennen, der auf die Calluna-Heide folgt.

Auf grundwasserfernen Heiden des USG (*Dicranum-Unterges.*) hat sich bisher zwar nirgends ein geschlossener Baumbestand eingestellt; allenthalben aber kommen nach Aufhören des Weidebetriebs *Betula verrucosa* und *Quercus robur* auf. Es ist anzunehmen, daß die Entwicklung hier einen ähnlichen Gang nimmt wie in den nordwestdeutschen Binnenheiden und schließlich in eine *Quercion robori-petraeae*-Gesellschaft einmündet (im Regelfall wohl in ein *Querco roboris-Betuletum* Tx. 1930).

Auf grundwassernahen Heidestandorten scheint die Bewaldung gegenüber grundwasserfernen Calluna-Beständen begünstigt zu sein. Ein solcher Eindruck wird zumindest bei Grömitz erweckt: Dort hat sich innerhalb der Calluna-Gesellschaft in einem Dünental auf der Basis der *Hydrocotyle-Untergesellschaft* bereits ein geschlossener *Populus tremula*-Wald mit

Vegetationstabelle 17

A=Populus tremula - BewaldungsstadiumB=Populo - Quercetum Tx. (1951) 1962?

	A		B		
	1	2	3	4	5
Tabellen - Nr.	633		647	662	Grömitz (1831)
Aufnahme - Nr.	632	Grömitz (1831)	648	Grömitz (1831)	
Aufnahme - Ort					
Anzahl der Höheren Pflanzen	13	14	11	8	5
Anzahl der Moose	1	2	3	3	
mittlere Artenanzahl			14; 2; 0; 8; 2; 0		
Hohe der Büsche (m)			1,7 1,6	5 6	3,5
Kronenschluß der Büsche (%)			30 35	85 90	95
Bedeckung durch Kräuter (%)			98 98	80 80	70
Bedeckung durch Moose (%)			1 2	10	15
<u>Büsche:</u>					
V Populus tremula			30 35	75 15	95
V Betula verrucosa				8	75
Quercus robur					2
<u>Krautschicht:</u>					
Calluna vulgaris			80 85		+
Carex arenaria				2	+
Succisa pratensis				1	1
Nardus stricta				2	5
<u>Trennarten der Unterges.v. Hydrocotyle vulgaris der Calluna vulgaris - Gesellsch.:</u>					
Carex fusca	1	2	1	1	1
Potentilla erecta	3	1	2	3	2
Hydrocotyle vulgaris	1				
<u>übrige Arten:</u>					
Deschampsia flexuosa			3	75 7565	
Molinia caerulea	2	2			2*
Agrostis vulgaris	1			+	
Salix repens				2	1*
Crataegus monogyna Kr.				r*	r*
<u>Mosseschicht:</u>					
Pleurozium schreberi	1	1	2	5	
Polytrichum commune	1		+	5	
<u>Pilz:</u>					
Amanita fulva				+	+

Außerdem kommen vor: Cirsium palustre in 1 +; Viola palustris in 1 2; Lotus uliginosus in 1 3; Festuca ovina s.str. in 2 1; Luzula campestris in 2 +; Phragmites communis in 2 +; Anthoxanthum odoratum in 2 +; Hieracium laevigatum in 2 +; Sorbus aucuparia Kr. in 3 r; Sieglingia decumbens in 3 +; M Dicranum scoparium in 3 8; M Leucobryum glaucum in 4 5.

V= Kennart des Quercion robori-petraeae.

Beteiligung von *Quercus robur* und *Betula* eingefunden; auf der umgebenden *Dicranum*-Heide hingegen stehen erst vereinzelte junge Exemplare von *Quercus*, *Betula* und *Populus tremula*.

Infolge der durch die Bäume reduzierten Strahlungsmenge geht *Calluna* innerhalb des Espenwaldes zugrunde und wird von *Deschampsia flexuosa* abgelöst.

Synsystematisch ist der *Populus tremula*-Wald wohl in die Nähe des *Populo-Quercetum Tx.* 1951 (Verband *Quercion roburi-petraeae*) zu stellen. Es handelt sich hier um einen Waldtyp, dessen Areal "von S-Schweden über Jütland, Schleswig-Holstein bis nach Cuxhaven hinunter und s der Ostsee weit nach Osten reicht" (TÜXEN 1962).

4.7. ÜBERSICHT ÜBER DIE ZONIERUNGEN UND SUKZESSIONEN

In Abb. 23 sind die wichtigsten im USG auftretenden Zonierungen und Sukzessionszusammenhänge dargestellt.

4.8. ÜBERSICHT ÜBER DIE BEZIEHUNGEN ZWISCHEN DEN VEGETATIONSTYPEN UND DEN BODENEIGENSCHAFTEN

Aus dem oben Gesagten geht hervor, daß im USG kein Bodentyp auf eine bestimmte (auf der Ebene einer Assoziation stehende) Vegetationseinheit begrenzt ist. Wird jedoch die Gesamtheit der vorhandenen pedologischen Analysendaten berücksichtigt, dann gibt es im USG keine zwei Pflanzen-gesellschaften, die sich in sämtlichen Bodeneigenschaften decken. Dieser Tatbestand wird durch Tab. 11 belegt. (Fossile Horizonte wurden bei der Berechnung der Mittelwerte nicht berücksichtigt.)

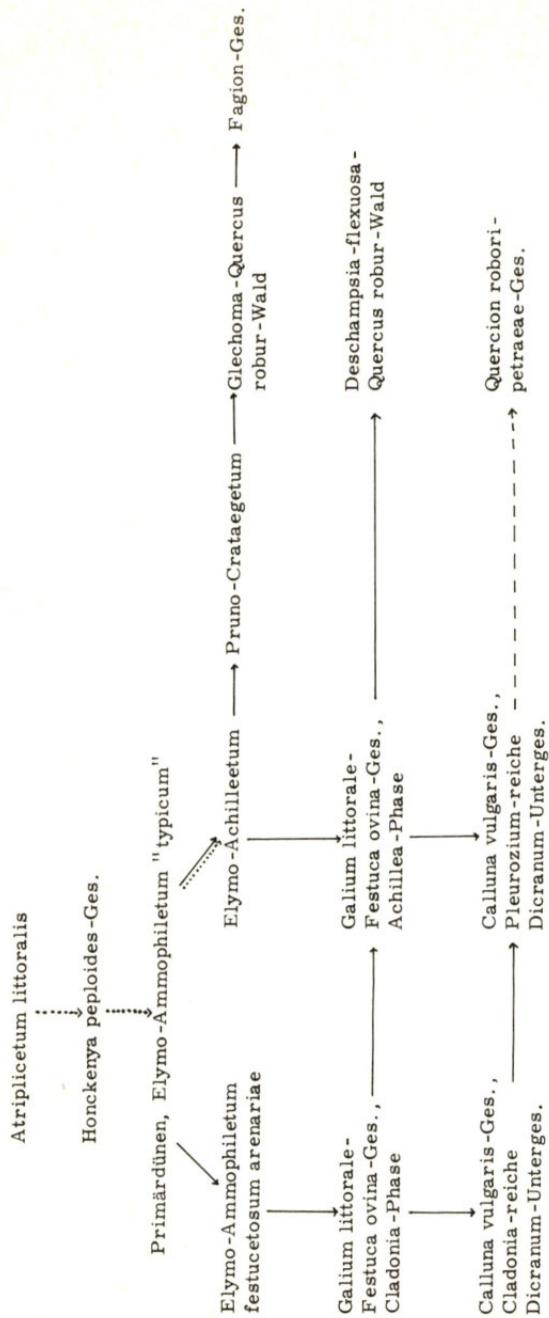


Abb. 23 Hauptlinien der Vegetationsentwicklung im USG

Tabelle 11 Korrelation zwischen den wichtigsten Vegetationstypen und den Bodeneigenschaften

Boden-eigenschaften								
Deschampsia flexuosa - Quercus robur -Wald								
Glechoma -Quercus robur - Wald								
Calluna vulgaris -Ges., Dicranum-Unterges.								
Ononis repens - Festuca trachyphylla -Ges.								
Galium littorale - Festuca ovina -Ges.								
Elymo - Achilleetum								
Elymo -Ammophiletum festucetosum arenariae								
Primärdünen; Elymo -Ammophiletum "typicum"								
	mittlere Humuskonzentration im Ah(1) (Gew. -%)	0,3	0,3	1,0 ²⁾	6,1	6,9	10,2	9,4
	C/N (\bar{x}) im Ah(1)	*	*	13,4	13,7	11,2	20,8	13,2
	CaCO ₃ (%) im Ah(1) bzw. 0 - 10 cm	0,7	0,00	2,1	0,00 (0,002) _(1,0^3)	Spur	0,00	0,00
	pH (nKCl) im Ah(1) (Z) bzw. 0 - 10 cm	7,4	5,2 ⁻ 6,61)	7,0 ²⁾ (5,0 ⁻³) _(6,853)	4,5	5,0	3,4	4,6 ¹⁾ 6,1) 3,61)
	Korrelation GV-P ₂ O ₅ (Laktat)(mg/100 g B.)	*	*	1,08	0,83	*	0,18	0,83
	Regressionskoeffizient a							
	Korrelation GV-K ₂ O (Laktat)(mg/100 g B.)	*	*	4,34	2,53	*	0,79	1,48
	Regressionskoeffizient a							
	Bodentyp							

Vegetationstyp

- 1) Variationsbreite
 - 2) ohne P 55
 - 3) Ah2
- = keine Messung bzw.
keine Berechnung

5. KORRELATIONEN ZWISCHEN VERSCHIEDENEN BODENEIGENSCHAFTEN

Wenn im folgenden zusammenfassend im USG vorhandene Korrelationen zwischen verschiedenen Bodenfaktoren dargelegt werden, dann geschieht dies im wesentlichen in der Absicht zu prüfen, ob aus bestimmten, wenn möglich einfach zu ermittelnden Analysendaten auf andere ökologische Größen geschlossen werden kann.

1. Weitgehende Aussagen bezüglich anderer chemischer Faktoren läßt der Glühverlust (hier mit dem Humusgehalt gleichgesetzt) zu:

- a. Wie aus Abb. 24 zu entnehmen ist, besteht eine so enge Korrelation zwischen dem Glühverlust und dem C -Gehalt des Bodens, daß sich im USG künftig eine analytische Bestimmung des C-Gehaltes erübrigt. (Von Vegetationseinheit zu Vegetationseinheit signifikant verschiedene C-Gehalte des Humus konnten nicht festgestellt werden.)
- b. Es ist nicht möglich, aus dem Glühverlust allgemein auf die verfügbaren P₂O₅ - und K₂O -Konzentrationen zu schließen. Bei Kenntnis der vorliegenden Pflanzengesellschaft ergeben sich jedoch hochsignifikante Beziehungen zwischen dem Humusgehalt und den genannten Nährelementen (vgl. Abb. 7, 8, 11, 12, 16, 17, 19, 20, 21, 22).
- c. Bereits hingewiesen wurde auf die enge Abhängigkeit der KAK vom Humusgehalt des Bodens (vgl. Abb. 27).

2. Neben dem Glühverlust ist der pH-Wert eine Größe, die mit relativ geringem Arbeitsaufwand bestimmt werden kann. Läßt sich der pH-Wert im USG als Indikator für andere Bodenfaktoren verwenden?

Vermutet wurde zunächst eine enge Korrelation zwischen dem pH und dem C/N-Verhältnis, so u. a. aufgrund der Verhältnisse in (nicht oder nur schwach entwässerten) holsteinischen Erlenwäldern, wo sich eine hochsignifikante Beziehung ($r = 0,79^{++}$) zwischen dem pH und dem N-Gehalt der organischen Substanz des Bodens ergab (vgl. MÖLLER 1973).

Daß im USG kein solch durchgehender enger Zusammenhang zwischen dem pH und dem C/N-Verhältnis besteht, wird durch die folgende Gegenüberstellung belegt:

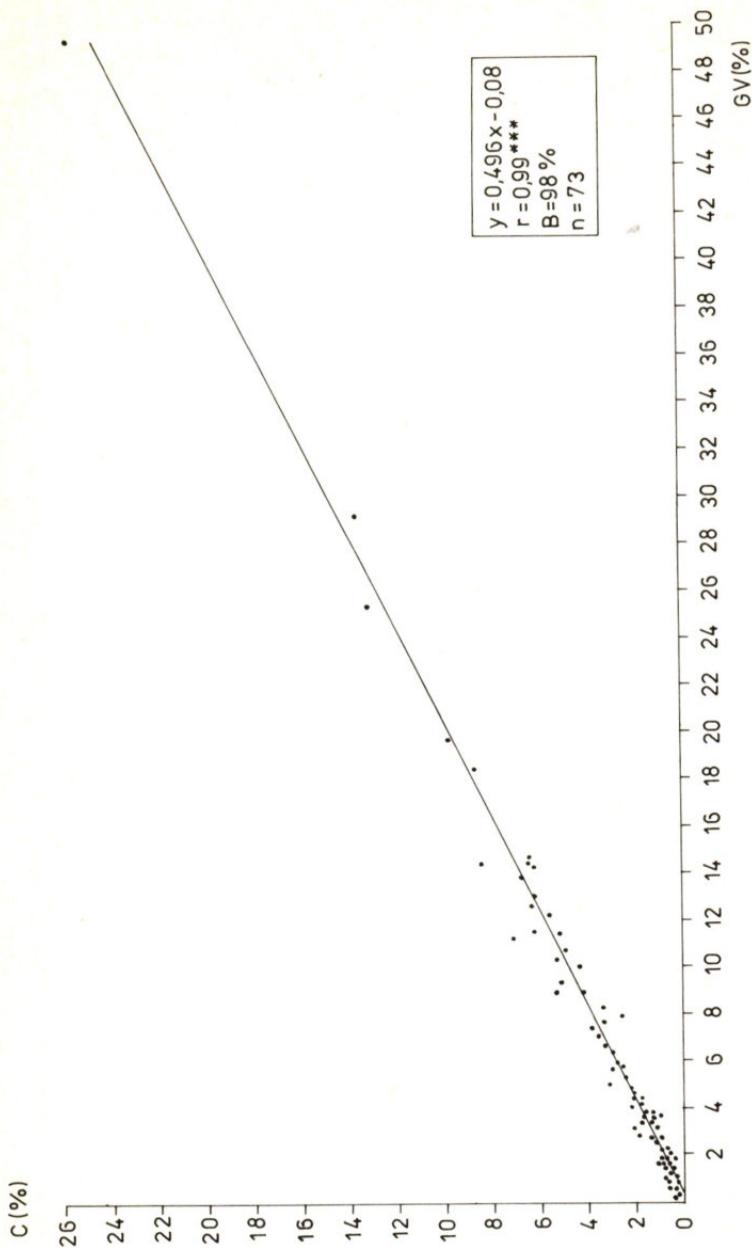


Abb. 24 Korrelation zwischen dem Humusgehalt und dem C-Gehalt des Bodens

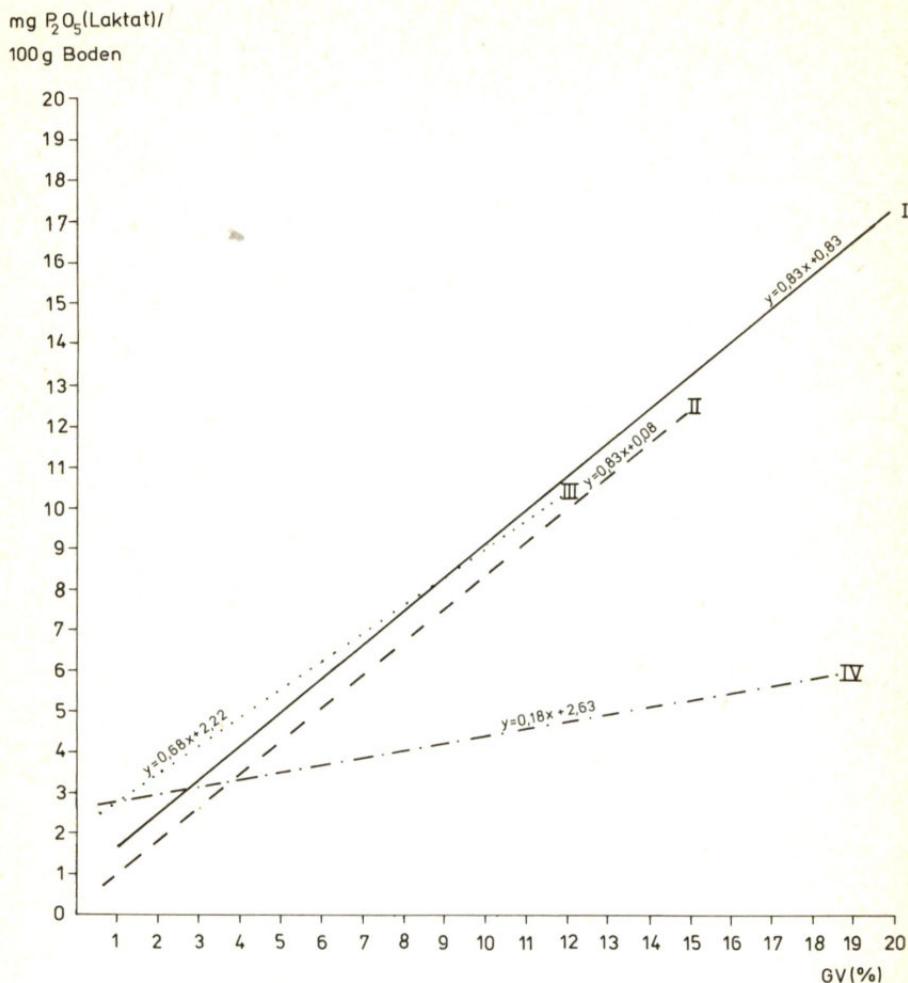


Abb. 25 Vergleich der Korrelationen zwischen dem Humusgehalt und den laktatlöslichen P₂O₅-Konzentrationen für 4 wichtige Vegetationseinheiten

I = *Galium littorale*-
Festuca ovina-Ges.

II = *Glechoma*-*Quercus*
robur-Wald

III = *Deschampsia flexuosa*-
Quercus robur-Wald

IV = *Calluna vulgaris*-Ges.,
Dicranum-Unterges.

mg K₂O(Laktat)/
100 g Boden

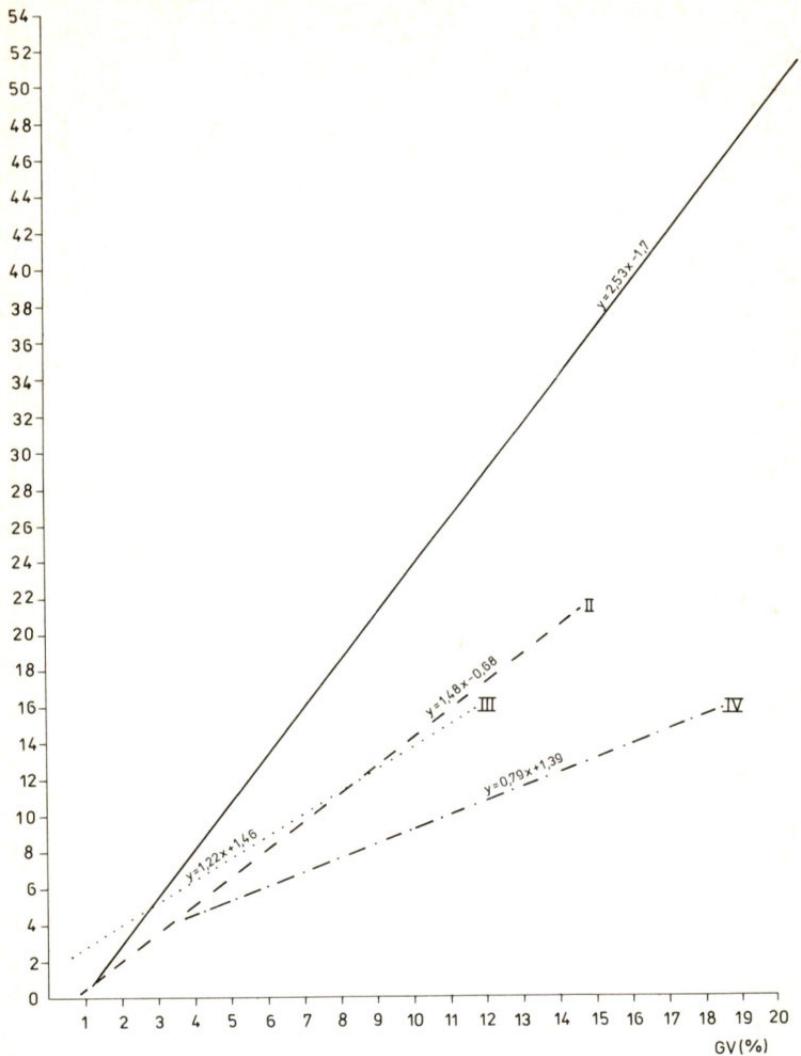


Abb. 26 Vergleich der Korrelationen zwischen dem Humusgehalt und den laktatlöslichen K₂O-Konzentrationen für 4 wichtige Vegetationseinheiten

I = Galium littorale-
Festuca ovina-Ges.

III = Deschampsia flexuosa-
Quercus robur-Wald

II = Glechoma-Quercus
robur-Wald

IV = Calluna vulgaris-Ges.,
Dicranum Unterges.

KAK (mval / 100 g Boden)

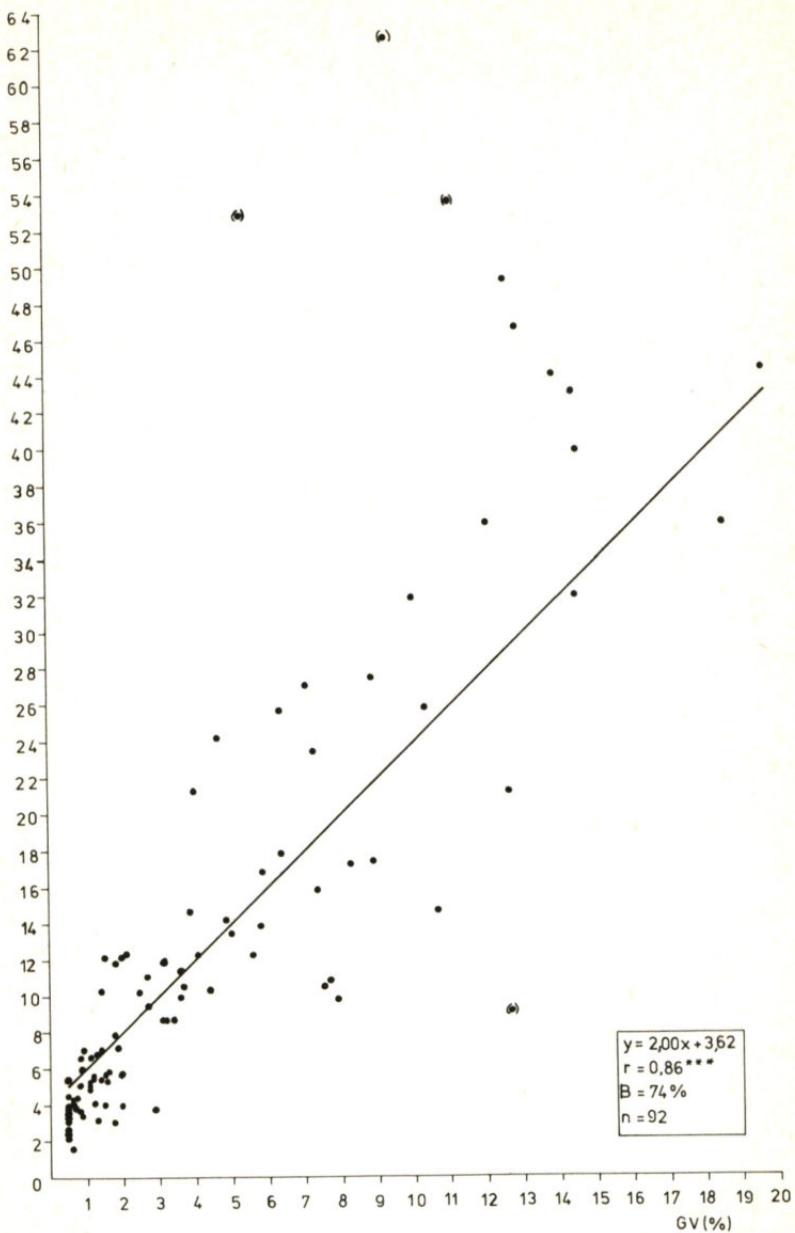


Abb. 27 Korrelation zwischen dem Humusgehalt und der Kationenaustauschkapazität

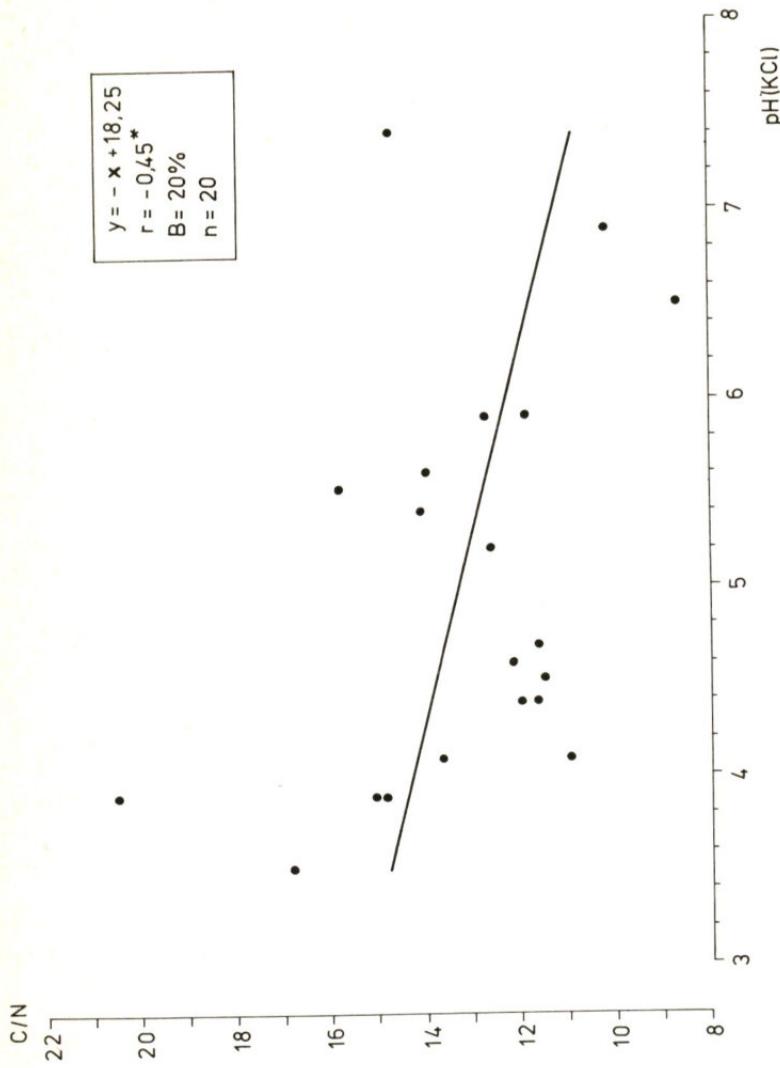


Abb. 28 Korrelationen zwischen dem pH und dem C/N-Verhältnis für die Böden der Festuca ovina s.l.-reichen Gesellschaften (*Galium littorale*-*Festuca ovina*-Ges.; *Ononis repens*-*Festuca trachyphylla*-Ges.)

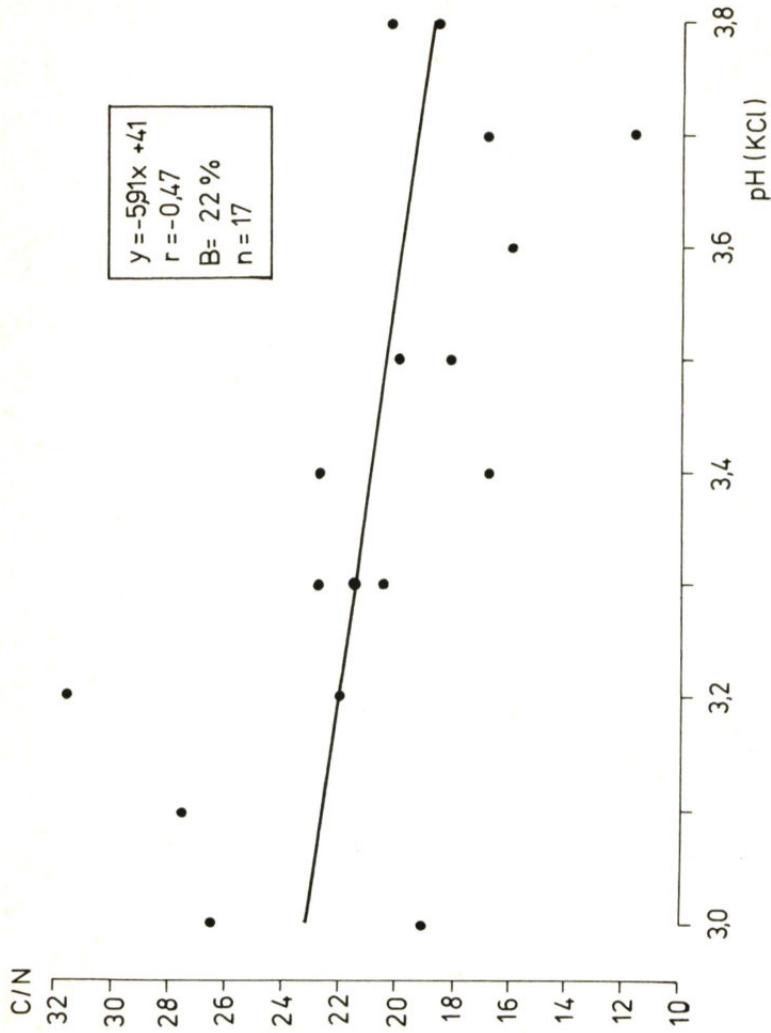


Abb. 29

Korrelation zwischen dem pH und dem C/N-Verhältnis für die Böden der
Calluna vulgaris-Ges., Dicranum-Unterges.

log y = Logarithmus des
Gewichts/g/100 ml Boden

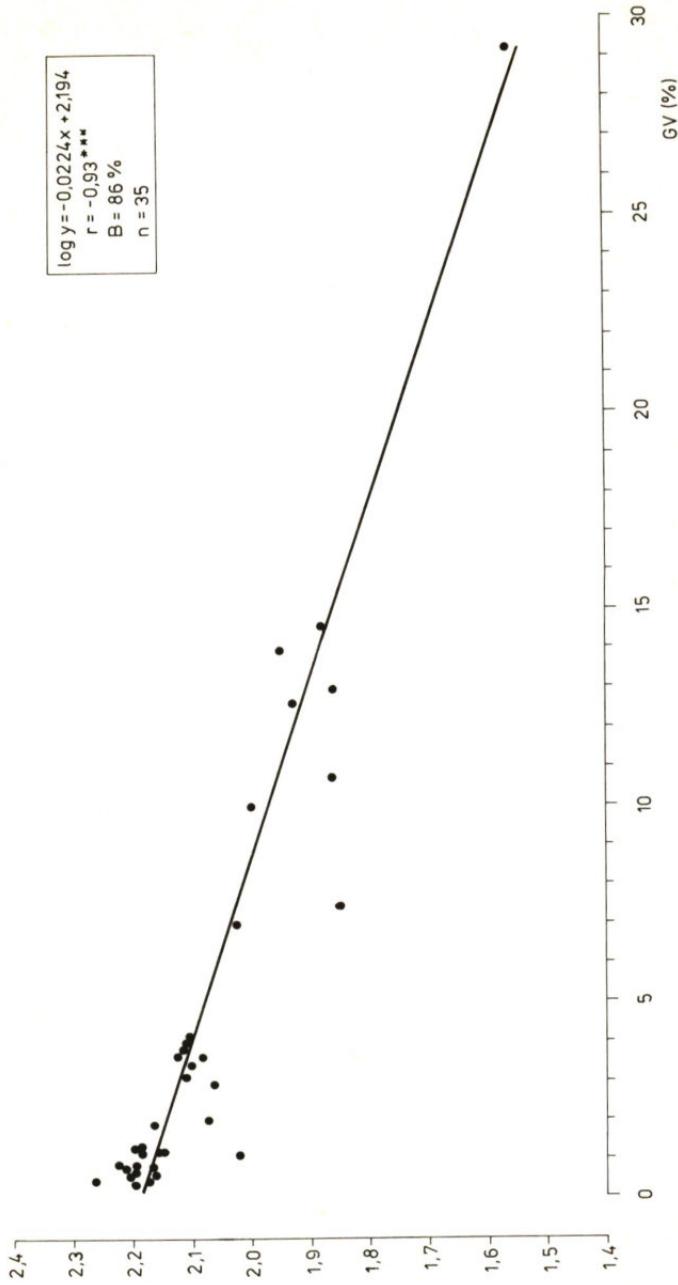


Abb. 30 Korrelation zwischen Humusgehalt und Volumengewicht

T a b e l l e 1 2 Vergleich der pH-Bereiche und der C/N-Verhältnisse innerhalb des A_h unter der Calluna vulgaris-Ges., Dicranum-Unterges. und unter dem Deschampsia flexuosa-Quercus robur-Wald

	Anzahl der Proben	pH Variationsbreite	Z	C/N
Calluna vulgaris-Ges., Dicranum-Unterges.	17	3,0 - 3,7	3,4	$\bar{x} = 20,8 \pm 4,7$
Deschampsia flexuosa-Quercus robur-Wald	5	3,3 - 3,6	3,5	$\bar{x} = 14,5 \pm 1,3$

Bei pH-Werten desselben Bereichs liegen also sehr unterschiedliche C/N-Quotienten vor.

Innerhalb des Bereiches der einzelnen Vegetationseinheiten bestehen nur schwach signifikante oder nicht signifikante Beziehungen zwischen dem pH und dem C/N-Verhältnis.

Für zwei Vegetationseinheiten sind die entsprechenden Korrelationen dargestellt (s. Abb. 28 und 29).

6. VERGLEICH DER FLORA DES USG MIT DER DES SANDSTRANDES DER SÜDLICHEN UND ÖSTLICHEN NORDSEE

Anhangweise soll die Flora des USG mit der Dünengebiete der südlichen und östlichen Nordsee verglichen werden. In der folgenden Aufstellung sind Arten grundwassernaher Standorte sowie Wald- und Gebüschräume nicht berücksichtigt worden. Dem Vergleich liegen im wesentlichen Angaben HEYKENAS (1965) zugrunde. Die Verbreitungsareale der aufgeführten Spezies sind OBERDORFER (1970) entnommen.

I. In den Sandstrandgebieten der sh Ostseeküste vorkommende und in den Sandstrandgebieten der Ostfriesischen Inseln, der sh Westküste und Jütlands fehlende Arten:

1. Atriplex calotheca no
2. Crambe maritima (no)atl
3. Orobanche purpurea smed
4. Petasites spurius gemäßkont
5. Chondrilla juncea (o)med-smed-kont

Nach EIGNER (1973) ist *Crambe* an der Nordseeküste dem dort zu starken Sandanflug nicht gewachsen. Die Beschränkung der kontinentalen Spezies auf die sh Ostseeküste dürfte klimatisch begründet sein. Beide Arten stehen hier an der Westgrenze ihres Verbreitungsgebietes.

II. In den Sandstrandgebieten der sh Ostseeküste und Jütlands vorkommende und in den Sandstrandgebieten der Ostfriesischen Inseln und der sh Westküste fehlende Arten:

1. *Equisetum hiemale* (no)euras-smed, circ
2. *Brizia media* eurassubocean(-smed)
3. *Geranium sanguineum* gemäßkont-smed
4. *Carlina vulgaris* euras-smed
5. *Artemisia campestris* euraskont(-smed)
6. *Helichrysum arenarium* (euras)kont

Geranium sanguineum, *Carlina vulgaris*, *Artemisia campestris*, *Helichrysum arenarium* können als "wärmeliebende" Arten betrachtet werden. Sie sind daher an der sh Ostseeküste und in Jütland bereits klimatisch begünstigt. Hinzu kommt, daß *Geranium sanguineum*, *Carlina vulgaris* und *Artemisia campestris* (sowie *Brizia media*) Kalk- bzw. Basenzeiger (vgl. OBERDORFER 1970) darstellen. Diesen Spezies ist somit zumindest an der sh Westküste auch vom Edaphischen her eine Grenze gesetzt, denn die dortigen Dünen sind ausgesprochen kalkarm (vgl. HEYKENA 1965). *Artemisia campestris* zeigt innerhalb des USG eine auffallende Häufung im kontinentaleren Bereich (Küste von Heiligenhafen bis Grömitz; Fehmarn).

III. In den Sandstrandgebieten der sh Ostseeküste und der Ostfriesischen Inseln vorkommende und in den Sandstrandgebieten der sh Westküste und Jütlands fehlende Art:

Asparagus officinalis euraskont-med

IV. In den Sandstrandgebieten der sh Ostseeküste, der Ostfriesischen Inseln und Jütlands vorkommende und an der sh Westküste fehlende Arten:

1. *Phleum arenarium* atl-med
2. *Calamagrostis epigeios* no-euras
3. *Ranunculus bulbosus* smed-subatl
4. *Thalictrum minus* euras-submed
5. *Vicia lathyroides* med-subatl
6. *Linum catharticum* euras-subozean-smed

Diese Arten, vielleicht mit Ausnahme von *Calamagrostis epigeios*, sind sämtlich Basenzeiger (vgl. OBERDORFER 1970). Ihnen fehlen daher in den kalkarmen Dünengebieten der sh Westküste geeignete edaphische Voraussetzungen (vgl. auch HEYKENA 1965).

V. In den Sandstrandgebieten der sh Ostseeküste, der sh Westküste und Jütlands vorkommende und in den Sandstrandgebieten der ostfriesischen Inseln fehlende Arten:

1. *Dianthus deltoides* euras-kont
2. *Thymus serpyllum* euras-kont
3. *Knautia arvensis*

Anzumerken ist, daß *Thymus serpyllum* im USG nur bei Weißenhaus festgestellt wurde. Die Gattung *Thymus* wird an der sh Ostseeküste sonst durch *Thymus pulegioides* vertreten. (Auf Sylt hingegen z.B. kommt nach unseren Beobachtungen nur *Th. serpyllum* vor.)

VI. In den Sandstrandgebieten der sh Ostseeküste fehlende und in den Sandstrandgebieten der Ostfriesischen Inseln, der sh Westküste und Jütlands vorkommende Arten:

1. *Atriplex laciniata* atl
2. *Cerastium tetrandrum* atl(-med)
3. *Convolvulus soldanella* med-atl
4. *Silene otites* (gemäß)kont(-smed)
5. *Rosa pimpinellifolia* euraskont-smed

Das Ausfallen von *Atriplex laciniata*, *Cerastium tetrandrum* und *Convolvulus soldanella* im USG könnte durch dort bereits zurücktretenden atlantischen Einfluß erklärt werden.

VII. In den Sandstrandgebieten der sh Ostseeküste und der Ostfriesischen Inseln fehlende und in den Sandstrandgebieten der sh Westküste und Jütlands vorkommende Arten:

1. *Carex pilulifera* subatl bzw. eurassubozean
2. *Sagina subulata* atl
3. *Galium pumilum* subatl(-smed)
4. *Genista pilosa* subatl
5. *Genista tinctoria* eurassubozean(-smed)
6. *Scorzonera humilis* gemäßkont-smed

VIII. In den Sandstrandgebieten der sh Ostseeküste, der sh Westküste und Jütlands fehlende und auf den Ostfriesischen Inseln vorkommende Arten:

1. *Koeleria albescens* atl
2. *Tuberaria guttata* med-smed-atl
3. *Silene conica* smed-subatl
4. *Saxifraga tridactylites* med-smed
5. *Leontodon nudicaulis* subatl-smed

Zumindest *Koeleria albescens*, *Tuberaria guttata* und *Silene conica* dürften auf die Ostfriesischen Inseln aufgrund der dort relativ hohen Wintertemperaturen beschränkt sein (vgl. auch HEYKENA 1965).

IX. In den Sandstrandgebieten der sh Ostseeküste, der Ostfriesischen Inseln und der sh Westküste fehlende und in den Sandstrandgebieten Jütlands vorkommende Arten:

1. *Selaginella selaginoides* arct-alp(subozean), circ
2. *Botrychium multifidum* no(kont)
3. *Calamagrostis neglecta* arct-no(kont)
4. *Koeleria glauca* kont
5. *Potentilla verna* subatl-smed
6. *Pulsatilla pratensis* gemäß-kont
7. *Silene maritima* no?
8. *Polygala serpyllifolia* subatl
9. *Plantago media* euras(kont)-smed
10. *Gentiana germanica* pralp
11. *Euphrasia borealis* no?
12. *Hypochoeris maculata* euras(kont)(-smed)
13. *Solidago virgaurea* no-euras

Wenn bestimmte no, arct-alp, arct-no Arten innerhalb des hier berücksichtigten Raumes nur an der jütischen Küste vorkommen, dann wird dies wahrscheinlich klimatisch begründet sein. Die Begrenzung von *Koeleria glauca*, *Pulsatilla pratensis* und *Plantago media* auf den jütischen Bereich könnte durch den vergleichsweise kontinentalen Charakter dieses Gebietes erklärt werden.

7. FOLGERUNGEN FÜR LANDESPFLEGERISCHE MASSNAHMEN

Es kann nicht Aufgabe dieser Arbeit sein, den gesamten Komplex der an der sh Ostseeküste notwendigen bzw. möglichen landespflegerischen Maßnahmen zu erörtern. Jene praktischen Folgerungen jedoch, die sich unmittelbar aus den vorliegenden Untersuchungen ergeben, sollen hier kurz dargelegt werden.

7.1. NOTWENDIGE MASSNAHMEN ZUR ERHALTUNG DES GEGENWÄRTIGEN CHARAKTERS DES USG

Es wurde festgestellt, daß sich verschiedene Pflanzengesellschaften des USG nach Aufhören der Schafweide in grundlegender Weise zu wandeln beginnen:

- a. In den älteren Schafschwingelrasen (*Achillea*-Phasen der *Gallium littorale*-*Festuca ovina*-Ges. sowie *Pleurozium*-Phase der *Ononis repens*-*Festuca trachyphylla*-Ges.) ist eine zunehmende Anhäufung unvollständig zersetzter Vegetationsrückstände (*Of*-Lagen), vor allem solcher vom Schafschwingel, zu beobachten. Dieser Vorgang führt einerseits zum Absterben des Schafschwingels und zum "Ersticken"

der typischen Trockenrasenpflanzen, andererseits zur Ansiedlung ruderaler bzw. subruderaler Arten (vgl. 4. 4. 1.).

b. Auf den Rotschwingel-reichen Strandwällen (*Elymo-Achilleetum*), in älteren und damit humusreicherem Schafschwingelrasen (*Achillea*-Phase der *Galium littorale*-*Festuca ovina*-Gesellschaft) sowie in an Rotstengelmoos (*Pleurozium schreberi*) und Zypressen-Schlafmoos (*Hypnum cupressiforme*) reichen Heiden treten nach Aufhören des Verbißes durch Schafe Sträucher und Bäume auf, die die Entwicklung zu einem geschlossenen Wald einleiten (vgl. 4. 3. 2.; 4. 4. 1.; 4. 5.; 4. 6.).

Soll der gegenwärtige Charakter einer offenen Trockenrasen- bzw. Heidevegetation erhalten werden bzw. sollen die oben angesprochenen Entwicklungstendenzen wieder rückgängig gemacht werden, dann ist eine Wiederaufnahme der Schafweide in den genannten Vegetationstypen unumgänglich. Nur durch den tierischen Verbiß lassen sich eine zu starke Anhäufung organischer Auflagen sowie eine Bewaldung erfolgreich verhindern.

Das für die Erhaltung des derzeitigen Vegetationszustandes optimale Ausmaß der Schafweide muß durch Versuche ermittelt werden, da sich sowohl eine zu geringe Beweidung als auch eine "Überweidung" negativ auf die Pflanzendecke auswirken dürften.

Parallel zu den beweideten Flächen sind kleinere Parzellen gleicher Vegetation von der Beweidung auszuschließen, um die weitere Sukzession unter vom Menschen unbeeinflußten Verhältnissen beobachten zu können.

Ist es nicht möglich, die Beweidung im gesamten Bereich des USG erneut aufzunehmen, so sollte zumindest in ein oder zwei Naturschutzgebieten die frühere Form der Nutzung wieder hergestellt werden, um eine in der Vergangenheit an der sh Ostseeküste allgemein verbreitete Wirtschaftslandschaft wenigstens exemplarisch für die Zukunft zu erhalten.

Von einer Beweidung auszuschließen sind andererseits Spülbaumgesellschaften (*Atriplicetum littoralis*, *Honckenyo-Crambeetum*) sowie die initialem Stufen der Dünenbildung (*Primärdünen*, *Elymo-Ammophiletum*"typicum" u. *festucetosum arenariae*). Bei diesen Pflanzengesellschaften ist - anders als beim Schafschwingelrasen- eine empfindliche Schädigung durch Verbiß bzw. Vertritt zu befürchten.

Durch Versuche ist zu klären, ob auch auf flechtenreichen Schafschwingelrasen sowie auf flechtenreichen Heiden eine Beweidung verhindert werden muß.

Unter allen Umständen sind Rinder von der Pflanzendecke des USG fernzuhalten, da diese durch ihren massiven Vertritt eine weitgehende Zerstörung der Sandküstenvegetation herbeiführen (vgl. 4. 4. 1.).

Sollte nach unserem Dafürhalten auch der Grundcharakter einer offenen, waldfreien Küstenlandschaft erhalten werden, so ist doch die Unterschutzstellung des Küstenwaldes bei Noer (vgl. 4.6.1.2.; 4.6.2.) zu fordern. Es handelt sich hier um einen streckenweise wahrscheinlich jahrhundertealten, urwaldartigen Bestand, der zumindest für die Sandküstenvegetation der BRD einmalig sein dürfte. Ein wirksamer Schutz dieses Gebietes wird jedoch nur durch eine hermetische Abschließung zum Strand hin zu gewährleisten sein.

7.2. FOLGERUNGEN FÜR DIE BEPFLANZUNG VON STRANDWÄLLEN UND DÜNEN DES USG MIT GEHÖLZEN

Es wurde eben die Auffassung vertreten, daß im USG der Grundcharakter einer offenen Sandküstenvegetation (Trockenrasen bzw. Heiden) zu erhalten ist. Ist dennoch in der Absicht, das Landschaftsbild bereichern zu wollen, im USG eine Anpflanzung von Gehölzen geplant, dann muß folgendes beachtet werden:

Nicht für eine Bepflanzung geeignet sind noch in Bewegung befindliche und (oder) noch extrem humusarme Sande (Primärdünen; Elymo-Ammophiletum "typicum" und festucetosum arenariae; Violo-Corynephoretum; Cladonia-Phase der Galium littorale-Festuca ovina-Gesellschaft): Auf diesen Standorten können sich Holzgewächse nicht halten, da sie dort durch Sandanflug verschüttet werden bzw. ihnen dort zu wenig Wasser und Nährstoffe zur Verfügung stehen.

Geeignet für eine Bepflanzung mit Gehölzen sind andererseits:

- a. Rotschwingel-Strandwälle (Elymo-Achilleetum);
- b. ältere Schafschwingel-Strandwälle und -Dünen (Achillea-Phase der Galium littorale-Festuca ovina-Gesellschaft);
- c. Heiden (Calluna vulgaris-Gesellschaft, mit Ausnahme flechtenreicher Initialstadien).

Aufgrund der im USG gemachten Beobachtungen empfiehlt sich die Stieleiche (*Quercus robur*) als Grundbestandteil einer jeden Pflanzung.

Um das Vegetationsbild möglichst bunt zu gestalten, ist der Stieleiche eine möglichst große Anzahl weiterer standortsgemäßer Gehölze beizumischen. Im einzelnen kommen für Pflanzungen folgende einheimische Arten in Frage:

I. Rotschwingel-Strandwälle (Elymo-Achilleetum):

1. Stieleiche (*Quercus robur*)
2. Schlehendorn (*Prunus spinosa*)
3. Eingrifflicher Weißdorn (*Crataegus monogyna*)

4. Zweigriffliger Weißdorn (*Crataegus laevigata*)
5. Hundsrose (*Rosa canina*)
6. Pfaffenhütchen (*Evonymus europaea*)
7. Feldahorn (*Acer campestris*)
8. Kreuzdorn (*Rhamnus cathartica*)
9. Wildapfel (*Malus sylvestris*)
10. Wildbirne (*Pyrus pyraster*)
11. (Sanddorn, *Hippophae rhamnoides*)

Die Arten 6 - 11 können nur auf basenreichen Standorten gedeihen und sind daher für saure Schafschwingel-Strandwälle und -Dünen sowie für Heiden nicht geeignet.

Der Sanddorn kann zumindest in seinem an der Ostseeküste SHs natürlichen Verbreitungsareal (Priwall bis Steilküste bei Sehlendorf) mit Erfolg auf Rotschwingel-Strandwällen gepflanzt werden, wie dies u.a. das vitale Gedeihen dieses Strauches auf kalkreichen Strandwällen bei Rettin beweist.

II. Schafschwingel-Strandwälle und -Dünen (Achillea-Phase der *Gallium littorale*-*Festuca ovina*-Gesellschaft):

1. Stieleiche (*Quercus robur*)
2. Schlehdorn (*Prunus spinosa*)
3. Eingriffliger Weißdorn (*Crataegus monogyna*)
4. Zweigriffliger Weißdorn (*Crataegus laevigata*) ?
5. Hundsrose (*Rosa canina*)

III. Trockene Heide (*Calluna vulgaris*-Gesellschaft, Dicranum-Untergesellschaft):

1. Stieleiche (*Quercus robur*)
2. Sandbirke (*Betula verrucosa*)
3. Espe (*Populus tremula*)
4. Vogelbeere (*Sorbus aucuparia*)

Die Anpflanzung fremdländischer Sträucher ist u.a. insofern problematisch, als sich die Folgen nicht eindeutig voraussagen lassen: Einerseits können diese Gewächse unter den in unserem Raum gegebenen Konkurrenzverhältnissen alsbald durch einheimische Arten verdrängt werden; diese Pflanzungen bedürfen dann zu ihrer Erhaltung einer ständigen menschlichen Pflege. Andererseits ist es aber auch möglich, daß sie die "Exoten" gegenüber der einheimischen Flora unduldsam zeigen und sich sogar über den Bereich der Pflanzungen hinaus unkontrollierbar ausbreiten. Zu bedenken ist, daß mit einer bestimmten Art unter anderen klimatischen oder bodenmäßigen Voraussetzungen gemachte Erfahrungen nicht ohne weiteres auf die besonderen Standortsverhältnisse des USG übertragen werden dürfen. Bei der Pflanzung standortsgemäßer einheimischer Arten werden die genannten Unsicherheiten vermieden.

Nadelholz-Anpflanzungen, wie sie im USG z. B. bei Kellenhusen und an der Nordküste Fehmarns (vor allem mit Fichten-Arten) auf Schafschwingelrasen vorgenommen worden sind, müssen abgelehnt werden: Während heimische, standortsgemäße Bäume und Sträucher Gesellschaften begründen, die der potentiellen natürlichen Vegetation recht nahe stehen dürften, stören Nadelhölzer als landfremde Elemente den Landschaftcharakter der sh Ostseeküste in empfindlicher Weise.

Nadelhölzer führen ferner bei dichtem Schluß zu einer völligen Ausschaltung einer Krautschicht und verschlechtern durch ihre extrem saure und bakterizide Streu die Qualität des Bodens u. U. irreversibel.

Betont sei, daß die hier vorgetragenen Bedenken im USG nicht nur bezüglich der Anpflanzung von Fichten, sondern ebenfalls im Hinblick auf Kiefern-Pflanzungen (*Pinus mugo*, *P. sylvestris*) gelten. Dabei sei angemerkt, daß auch die Waldkiefer (*Pinus sylvestris*) - anders als an der mecklenburgischen, pommerschen und ostpreußischen Küste - an der sh Ostseeküste nicht autochthon ist.

8. LITERATURVERZEICHNIS

- ARBEITSGEMEINSCHAFT BODENKUNDE DER GEOLOGISCHEN LANDES-ÄMTER UND DER BUNDESANSTALT FÜR BODENFORSCHUNG DER BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND (zit. als "AG BODENKUNDE") - 1971 - Kartieranleitung. Anleitung und Richtlinien zur Herstellung der Bodenkarte 1 : 25 000. 2. Aufl. Hannover
- APINIS, A. u. LACIS, L. - 1936 - Data on the ecology of Bryophytes II, Acidity of the substrata of musci. Acta horti bot. Latviensis 9 - 10, 1 - 100
- BENECKE, W. - 1930 - Zur Biologie der Strand- und Dünenflora, I. Vergleichende Versuche über die Salztoleranz von Ammophila arenaria LINK, Elymus arenarius L. und Agropyron junceum L. Ber. dtsch. bot. Ges. 49, 127 - 139
- u. ARNOLD, A. - 1931 - Zur Biologie der Strand- und Dünenflora II. Der Salzgehalt der natürlichen Standorte von Agropyrum junceum P. B. und Ammophila arenaria ROTH auf dem Sandstrande von Norderney. Ber. dtsch. bot. Ges. 49, 363 - 381
- BERGER-LANDEFELDT, U. u. SUKOPP, H. - 1965 - Zur Synökologie der Sandtrockenrasen, insbesondere der Silbergrasflur. Verh. bot. Ver. Prov. Brandenburg 102, 41 - 98
- BOERBOOM, J.H.A. - 1960 - De plantengemeenschappen van de Wassernaarse Duinen. Meded. Landb. hogesch. Wageningen 60, 11 - 35
- BOGNER, W. - 1968 - Experimentelle Prüfung von Waldbodenpflanzen auf ihre Ansprüche an die Form der Stickstoff-Ernährung. Mitt. Ver. f. Forstl. Standortskde. u. Forstpflanzenzüchtung 18, 3 - 45
- u. DIETERICH, H. - 1968 - Weitere Kulturversuche mit variiertem Stickstoff-Form und abgestufter Azidität. Ibid. 18, 46 - 58
- BRAUN-BLANQUET, J. - 1964 - Pflanzensoziologie. 3. Aufl. Wien u. New York
- u. DE LEEUW, W.C. - 1936 - Vegetationsskizze von Ameland. Nderl. kruidk. Arch. 46, 359 - 393
- BUCHENAU, F. - 1889 - Über die Vegetationsverhältnisse des Halms und der verwandten Gräser. Abh. Naturwiss. Ver. Bremen. 10
- BÜRING, H. - 1970 - Sozialbrache auf Äckern und Wiesen in pflanzensoziologischer und ökologischer Hinsicht. Diss. Gießen
- CHRISTIANSEN, W. - 1953 - Neue kritische Flora von Schleswig-Holstein, Rendsburg
- 1955 - Pflanzenkunde von Schleswig-Holstein. 2. Aufl. Neumünster
- DAHL, E. u. HADAČ, E. - 1941 - Strandgesellschaften der Insel Ostøy im Oslofjord. Eine pflanzensoziologische Studie. Nytt Magasin for Naturvidenskapene 82

- DARMER, G. - 1962 - Ökologische Grundlagen zur Landschaftspflege an der Ostsee. *Natur u. Landsch.* 37, 97 - 101
- DEUTSCHES HYDROGRAPHISCHES INSTITUT - 1966 - Nordsee-Handbuch, östlicher Teil, 13. Aufl. Hamburg
- 1967 - Ostsee-Handbuch, IV. Teil, 11. Aufl. Hamburg
- DIEREN, J. W. VAN - 1934 - Organogene Dünenbildung. Den Haag
- EIGNER, J. - 1973 - Zur Standorts-, Ausbreitungs- und Keimungsökologie des Meerkohls (*Crambe maritima L.*). *Diss. Botan.* 25
- ELLENBERG, H. - 1958 - Bodenreaktion (einschließlich Kalkfrage). In: W. RUHLAND (ed.), *Handbuch der Pflanzenphysiologie IV*, 638 - 708
- 1963 - Vegetation Mitteleuropas mit den Alpen. Einf. i. d. Phytologie IV, 2 (Hrsg. H. WALTER). Stuttgart
- ERNST, W. - 1969 - Beitrag zur Kenntnis der Ökologie europäischer Spülsaumgesellschaften. I. Mitteilung: Sand- und Kiesstrände. *Mitt. Flor.-Soz. Arbgem. N.F.* 14, 86 - 94
- EVERS, F. H. - 1964 - Die Bedeutung der Stickstoffform für Wachstum und Ernährung der Pflanzen, insbesondere der Waldbäume. *Mitt. Ver. f. Forstl. Standortskde. u. Forstpflanzenzüchtung* 14, 19 - 37
- 1967 - Kohlenstoffbezogene Nähr-elementverhältnisse (C/N, C/P, C/K, C/Ca) zur Charakterisierung der Ernährungssituation in Waldböden. *Ibid.* 17, 69 - 76
- SCHÖPFER, W. u. MIKLOSS, J. - 1968 - Die Zusammenhänge zwischen Stickstoff-, Phosphor- und Kali-Mengen (in kg/ha) und den C/N-, C/P- und C/K-Verhältnissen der Oberböden von Waldständen. *Ibid.* 18, 59 - 71
- FINCK, A. - 1969 - Pflanzenernährung in Stichworten. Kiel
- FRAHM, J. P. - 1972 - Die Vegetation auf Rethdächern. *Mitt. Arbgem. Flor. i. SH u. Hambg.* 21
- FROEDE, E. - 1959 - Die Pflanzengesellschaften der Insel Hiddensee. *Wiss. Ztschr. d. Univers. Greifswald* 7, Math. -Nat. R., 3/4
- FUKAREK, F. - 1961 - Die Vegetation des Darß und ihre Geschichte. *Pflanzensoziol. (Jena)* 12
- GAMS, H. - 1967 - Flechten. Kleine Kryptogamenflora, Bd. III. Stuttgart
- 1973 - Die Moos- und Farngesellschaften. Kleine Kryptogamenflora, Bd. IV Stuttgart
- GEHU, J.-M. u. TÜXEN, R. - 1975 - Essai de synthèse phytosociologique des dunes atlantiques européennes. Colloques phytosociologiques 1 (La végétation des dunes maritimes), 61 - 70
- GESSNER, F. - 1957 - Meer und Strand. 2. Aufl. Berlin
- GILLNER, V. - 1960 - Vegetations- und Standortsuntersuchungen in den Strandwiesen der schwedischen Westküste. - *Acta Phytogeographica Suecica* 43
- GLAHN, H. von - 1965 - Der Begriff des Vegetationstypus im Rahmen eines allgemein naturwissenschaftlichen Typenbegriffs. *Ber. geobot. Inst. ETH, Stiftung Rübel* 36, 14 - 27

- GODWIN, H. u. TANSLEY, A. G. - 1929 - The vegetation of Wicken Fen. The Nat. Hist. of Wicken Fen.
- GÖRS, S. u. MÜLLER, Th. - 1969 - Beitrag zur Kenntnis der nitrophilen Saumgesellschaften Südwestdeutschlands. Mitt. Flor. -Soz. Arbgem. N.F. 14, 153 - 168
- GRIPP, K. - 1964 - Erdgeschichte Schleswig-Holsteins. Neumünster
- GRUBB, P. J., GREEN, H. E. u. MERRFIELD, R. C. J. - 1969 - The ecology of chalk heath: its relevance to the calciole-calcifuge and soil acidification problems. J. Ecol. 57, 175 - 212
- HARTMANN, F.-K. u. JAHN, G. - 1967 - Waldgesellschaften des mittel-europäischen Gebirgsraumes nördlich der Alpen. Stuttgart
- HASSOUNA, M. G. u. WAREING, P. F. - 1964 - Possible role of rhizosphere bacteria in the nitrogen nutrition of Ammophila arenaria. Nature 202, 467 - 469
- HEYKENA, A. - 1965 - Vegetationstypen der Küstendünen an der östlichen und südlichen Nordsee. Mitt. Arbgem. Flor. i. SH u. Hambg. 13
- HINTZ, R. A. - 1958 - Die Strandwälle im Gebiet der Kolberger Heide und die Entstehung des Laboer Sandes. Meyniana 6, 127 - 130
- HOHENESTER, A. - 1967 a - Silbergrasfluren in Bayern. Mitt. Flor. -Soz. Arbgem. N.F. 11/12, 11 - 21
- 1967 b - Festuco-Sedetalia in Franken. Ibid. N.F. 11/12, 206 - 209
- HORST, K. - 1966 - Bodentypen und Bodenwasserhaushalt unter subatlantischen Zergstrauchheiden der zentralen Lüneburger Heide. Jahress. Naturw. Ver. Fürstentum Lüneburg, 29
- JÖNS, K. - 1953 - Flora des Kreises Eckernförde. Jahrb. d. Heimatgem. d. Krs. Eckernförde, 11
- KANNENBERG, G. - 1951 - Die Steilufer der schleswig-holsteinischen Ostseeküste. Schr. Geogr. Inst. Univers. Kiel. Bd. XIV, H. 1
- KLIMAATLAS VON SCHLESWIG-HOLSTEIN, HAMBURG UND BREMEN. Dtsch. Wetterdienst Offenbach/M. - 1967
- KNAUER, N. - 1953 - Untersuchungen der Pflanzengesellschaften der Insel Föhr und deren Bedeutung für die Landwirtschaft mit besonderer Be-rücksichtigung der Entwicklung der Weidelgrasweiden von der Aussaat bis zum Dauerbestand. Diss. Kiel
- KNAPP, R. - 1942 - Zur Systematik der Wälder, Zergstrauchheiden und Trockenrasen des eurosibirischen Vegetationskreises. 12. Rundbrief d. Zentralstelle f. Vegetationskartierung. Hannover
- 1971 - Einführung in die Pflanzensoziologie. 3. Aufl. Stuttgart
- KÖSTER, R. - 1955 - Die Morphologie der Strandwall-Landschaften und die erdgeschichtliche Entwicklung der Küsten Ostwagriens und Feh-mars. Meyniana 4, 52 - 65
- KRAUSCH, H.-D. - 1962 - Vorschläge zur Gliederung der mitteleuropäi-schen Sand- und Silikat-Trockenrasen. Mitt. Flor. -Soz. Arbgem. N.F. 9, 266 - 269

- KRAUSCH, H.-D. - 1968 - Die Sandtrockenrasen (Sedo-Scleranthetea) in Brandenburg. *Ibid. N.F. 13*, 71 - 100
- KRUSENSTJERNA, E.v. - 1945 - Bladmossvegetation och bladmossflora i Uppsalatrakten. *Acta Phytogeogr. Suecica 19*, 1 - 250
- KRETSCHMER, E. - 1956 - Körperbau und Charakter. 23. Aufl. Berlin, Göttingen, Heidelberg
- KUBIENA, W.L. - 1953 - Bestimmungsbuch und Systematik der Böden Europas. Stuttgart
- LARCHER, W. - 1973 - Ökologie der Pflanzen. UTB 232. Stuttgart
- LERCH, G. - 1972 - Pflanzenökologie. 2. Aufl. Berlin, Oxford, Braunschweig
- LIBBERT, W. - 1940 - Die Pflanzengesellschaften der Halbinsel Darß (Vorpommern). *Feddes Rep. Beih. 114*
- LINKE, O. - 1951/52 - Die biologischen Grundlagen des Dünenschutzes auf den ostfriesischen Inseln. *Wasserwirtsch. 42*, 350 - 353
- LUX, H. - 1964 - Die biologischen Grundlagen der Strandhaferpflanzung und Silbergrasansaat im Dünenbau. *Angew. Pflanzensoziol. (Stolzenau) 20*, 5 - 53
- MAAREL, E. VAN DER - 1966 - Dutch studies on coastal sand dune vegetation, especially in the Delta region. *Wentia 15*, 47 - 82
- MARTENS, P. - 1927 - Morphologie der schleswig-holsteinischen Ostseeküste. *Schr. d. Balt. Komm. z. Kiel 5*. Breslau
- MENKE, B. - 1969 - Vegetationskundliche und vegetationsgeschichtliche Untersuchungen an Strandwällen. *Mitt. Flor.-Soz. Arbgem. N.F. 14*, 95 - 120
- MEUSEL, H. - 1943 - Vergleichende Arealkunde. Berlin
- u. and. - 1965 - Vergleichende Chorologie der zentraleuropäischen Flora. Jena
- MÖLLER, H. - 1970 - Soziologisch-ökologische Untersuchungen in Erlenwäldern Holsteins. *Mitt. Arbgem. Flor. i. SH u. Hambg. 19*
- 1973 - Stickstoffgehalte von Bruchwaldtorfen und Anmoorhumus holsteinischer Erlenwälder. *Kieler Notizen z. Pflanzenkde. i. SH 5, H. 1*, 9 - 13
- MUUS, U. u. PETERSEN, M. - 1971 - Die Küsten Schleswig-Holsteins. Neumünster
- NORDHAGEN, R. - 1940 - Studien über die maritime Vegetation Norwegens. I. Die Pflanzengesellschaften der Tangwälle. *Bergens Mus. Arb. Naturv. rekke 2*
- OBERDORFER, E. - 1957 - Süddeutsche Pflanzengesellschaften. Pflanzensoziol. (Jena) 10

- OBERDORFER, E. - 1970 - Pflanzensoziologische Exkursionsflora für Süddeutschland und die angrenzenden Gebiete. 3. Aufl. Stuttgart
- OLSEN, C. - 1923 - Studies in hydrogen-ion concentration of the soil and its significance to the vegetation, especially to the natural distribution of plants. Compt. rend. trav. Labor. Carlsberg 15, 1
- PASSARGE, G. u. H. - 1973 - Zur soziologischen Gliederung von Sandstrand-Gesellschaften der Ostseeküste. Feddes Repert. Bd. 84, H. 3, 231 - 258
- PASSARGE, H. - 1964 - Pflanzengesellschaften des nordostdeutschen Flachlandes I. Pflanzensoziol. (Jena) 13
- u. HOFMANN, G. - 1968 - Pflanzengesellschaften des nordostdeutschen Flachlandes II. Pflanzensoziol. (Jena) 16
- PAUL, K. H. - 1944 u. 1953 - Morphologie und Vegetation der Kurischen Nehrung. I. Gestaltung der Bodenformen in ihrer Abhängigkeit von der Pflanzendecke. Nova Acta Leopoldina N.F. 13, 215 - 378 (1944). II. Entwicklung der Pflanzendecke von der Besiedlung des Flugsandes bis zum Wald. Ibid. 16, 261 - 378 (1953)
- PIONTKOWSKI, H. - U. - 1970 - Untersuchungen zum Problem des Atlantischen Klimakeils. Mitt. Arbgem. Flor. i. SH u. Hambg. 18
- PREISING, E. - 1949 - Nardo-Callunetea. Mitt. Flor. -Soz. Arbgem. N.F. 1, 82 - 94
- PREUSS, H. - 1911 - Die Vegetationsverhältnisse der deutschen Ostseeküste. Diss. Königsberg
- RAABE, E.-W. - 1950b - Über die "Charakteristische Artenkombination". Schr. Naturw. Ver. f. SH 24, 2; 8 - 14
- 1951 - Über die Gräser in Schleswig-Holstein. Mitt. Arbgem. Flor. i. SH u. Hambg. 3
- 1960 - Über die Vegetationstypen am Dummersdorfer Ufer, dem linken Ufer der Untertrave. Ber. d. Ver. "Natur und Heimat" u. d. nathist. Mus. z. Lübeck
- 1964 - Die Heidetypen Schleswig-Holsteins. Die Heimat 71, 169 - 175
- 1973 - Über die Belastung des Badestrandes am Bottsand. Kieler Notizen z. Pflanzenkde. i. SH 5, H. 3/4, 49 - 67
- RANWELL, D.S. - 1972 - Ecology of salt marshes and sand dunes. London.
- RAYNER, M.C. u. JONES, W.N. - 1911 - Preliminary observations on the ecology of Calluna vulgaris of the Wiltshire and Berkshire downs. New Phytol. 10, 227 - 240
- RUNGE, F. - 1973 - Die Pflanzengesellschaften Deutschlands. 4./5. Aufl. Münster
- RUNGE, M. - 1965 - Untersuchungen über die Mineralstickstoff-Nachlieferung an nordwestdeutschen Waldstandorten. Flora 155 B, 353 - 385
- SCHEFFER, F. u. SCHACHTSCHABEL, P. - 1973 - Lehrbuch der Bodenkunde. 8. Aufl. Stuttgart

- SCHEFFER, F. u. ULRICH, B. - 1960 - Humus und Humusdüngung.
Lehrbuch der Agrikulturchemie und Bodenkunde II. Teil, 1. Bd.
Stuttgart
- SCHLENKER, G. - 1968 - Kulturversuche mit Waldbodenpflanzen bei ab-
gestufter Azidität und varierter Stickstoff-Form. *Oeco. Planta* 3,
7 - 27
- SCHLICHTING, E. - 1953 - Zur Kenntnis des Heidehumus. *Ztschr. f.
Pflanzenern., Düngg., Bodenkd.* 61, 1 - 12, 97 - 107, 193 - 204
- u. BLUME, H.-P. - 1966 - Bodenkundliches Praktikum. Berlin-
Hamburg
- SCHMIDT, W. - 1970 - Untersuchungen über die Phosphorversorgung
niedersächsischer Buchenwaldgesellschaften. *Scripta geobot.* 1.
- SCHROEDER, D. - 1969 - Bodenkunde in Stichworten. Kiel
- SEIFERT, G. - 1955 - Die Steilufer als Materiallieferanten der Sandwan-
derung. *Meyniana* 4, 78 - 83
- SINDOWSKI, K. H. - 1956 - Korngrößen- und Kornformen-Auslese beim
Sandtransport durch Wind (nach Messungen auf Norderney). *Geol. Jb.*
71, 517 - 526
- SJÖGREN, E. - 1964 - Epilithische und epigäische Moosvegetation in Laub-
wäldern der Insel Öland. *Acta phytogeogr. Suecica* 48
- STEINFÜHRER, A. - 1945 - Die Salzgesellschaften der Schleiufer und ihre
Beziehung zum Salzgehalt des Bodens. *Diss. Kiel*
- STEUBING, L. - 1965 - Pflanzenökologisches Praktikum. Berlin u. Ham-
burg
- THUN, R., HERRMANN, R., u. KNICKMANN, E. - 1955 - Die Unter-
suchung von Böden. 3. Aufl. Radebeul u. Berlin
- TOMUSCHKAT, E. - 1929/30 - Sukzessionsbiologie der ostpreußischen
Dünen. *Schr. Königsberger gelehrt. Ges.* 6, H. 4
- TÜXEN, R. - 1937 - Die Pflanzengesellschaften Nordwestdeutschlands.
Mitt. Flor.-Soz. Arbgem. 3
- 1950 - Grundriß einer Systematik der nitrophilen Unkrautgesellschaf-
ten in der Eurosibirischen Region Europas. *Mitt. Flor.-Soz. Arbgem.*
N.F. 2
 - 1952 - Hecken und Gebüsche. *Mitt. Geogr. Ges. Hambg.* 50
 - 1962 - Bemerkungen zu den Exkursionen der Floristisch-soziologi-
schen Arbeitsgemeinschaft durch Schleswig vom 25. bis 27. Mai 1961.
Ibid. N.F. 9, 271 - 276
 - 1966 - Über nitrophile *Elymus*-Gesellschaften an nordeuropäischen,
nordjapanischen und nordamerikanischen Küsten. *Ann. bot. fenn.* 3,
358 - 367
 - 1967 a - *Corynephoretea canescens*. *Mitt. Flor.-Soz. Arbgem.*
N.F. 11/12, 22 - 24
 - 1967 b - Pflanzensoziologische Beobachtungen an südwestnorwegischen
Küstengebieten. *Aquilo Ser. Bot.* 6

- TÜXEN, R. - 1967 c - Die Lüneburger Heide. Rotenburger Schriften 26, 3 - 52
- 1973 - Die westeuropäische Küste als Kampf- und Lebensraum. Mitt. Flor.-Soz. Arbgem. N.F. 15/16, 210 - 223
 - 1974 - Die Pflanzengesellschaften Nordwestdeutschlands. 2. Aufl. Lehre
 - u. BÖCKELMANN, W. - 1957 - Scharhörn. Die Vegetation einer jungen ostfriesischen Vogelinsel. Mitt. Flor.-Soz. Arbgem. N.F. 6/7, 183 - 204
 - u. LOHMEYER, W. - 1962 - Über Untereinheiten und Verflechtungen von Pflanzengesellschaften, Ibid. N.F. 9, 53 - 56
 - u. Mitarb. - 1957 - Die Pflanzengesellschaften des Außendeichslandes von Neuwerk. Ibid. N.F. 6/7, 205 - 234
- VODERBERG, K. - 1955 - Die Vegetation der neugeschaffenen Insel Bock. Feddes Repert. Beih. 135
- WEBER, E. - 1972 - Grundriß der biologischen Statistik. Stuttgart
- WEBER, H.E. - 1967 - Über die Vegetation der Knicks in Schleswig-Holstein. Mitt. Arbgem. Flor. i. SH u. Hambg. 15
- 1973 - Die Gattung Rubus L. (Rosaceae) im nordwestlichen Europa vom Nordwestdeutschen Tiefland bis Skandinavien unter besonderer Berücksichtigung Schleswig-Holsteins. Ibid. 22
- WEBLEY, D. M., EASTWOOD, D.J. u. GIMINGHAM, C.H. - 1952 - Development of a soil microflora in relation to plant succession on sand dunes, including the "rhizosphere" flora associated with colonizing species. J. Ecol. 40, 168 - 178
- WERNER, F. - 1963 - Über den inneren Aufbau von Strandwällen an einem Küstenabschnitt der Eckernförder Bucht. Meyniana 13, 108 - 121
- WESTHOFF, V. - 1947 - De vegetatie der duin- en wadgebieden van Terschelling, Vlieland en Texel. Diss. Utrecht
- en DEN HELD, J. - 1969 - Plantengemeenschappen in Nederland. Zutphen
- WILMANNS, O. - 1973 - Ökologische Pflanzensoziologie. Heidelberg
- WITT, W. (Bearb.) - 1960 - Planungsatlas Schleswig-Holstein (= Deutscher Planungsatlas Bd. 3). Bremen-Horn
- ZEZSCHWITZ, E.v. - 1968 - Beziehungen zwischen dem C/N-Verhältnis der Waldhumusformen und dem Basengehalt des Bodens. Fortschr. Geol. Rheinl. u. Westf. 16, 143 - 174
- ZIEGENSPECK, H. - 1929/30 - Bodenkunde und Entwicklung der ostpreußischen Wanderdünen. Schr. Königsberger gelehrt. Ges. 6, H. 4
- ZÖTTL, H. - 1958 - Die Bestimmung der Stickstoffmineralisierung im Waldhumus durch den Brutversuch. Ztschr. f. Pflanzenern., Düngg. u. Bodenkd. 82, 35 - 50
- 1960 - Die Mineralstickstoffanlieferung in Fichten- und Kiefernbeständen Bayerns. Forstwiss. Cbl. 79, 221 - 236

Bisher sind folgende Hefte erschienen:
(vergriffene Hefte in Klammern)

- (Heft 1, 1950) RAABE, E.-W., Fehmarn
(Heft 2, 1950) RUNDESHAGEN, E., Dänischer Wohld
(Heft 3, 1951) RAABE, E.-W., Über die Gräser in Schleswig-Holstein
133 S. mit Nachträgen. DM 4,- (3,-)
Heft 4, 1952 JENSEN, N., Die Moosflora von Schleswig-Holstein.
240 S. DM 8,40 (6,30)
Heft 5, 1955 Festschrift für Dr. h.c. Willi CHRISTIANSEN zur Voll-
endung des 70. Lebensjahres. Mit 32 Beiträgen.
325 S. DM 12,80 (10,30)
Heft 6, 1956 RAABE, E.-W., Bericht über die Arbeitstagung in
Lauenburg an der Elbe. 39 S. DM 1,- (-,80)
(Heft 7, 1959) HORSTMANN, H., Flora des Kreises Husum
Heft 8, 1959 SCHREITLING, K.-Th., Beiträge zur Erklärung der Salz-
vegetation in den nordfriesischen Kögen, 98 S.
MENZEL, Fr., Die Verbreitung der Röhrlinge, Blätter-
und Bauchpilze in Südtondern. 17 S. DM 4,- (3,-)
(Heft 9, 1961) MÖLLER, H., Floristisch-soziologische Untersuchungen
im Scharnhagener Moor (Dänischer Wohld). 64 S.
GAERTNER, K.-H., Die Vegetationsverhältnisse der
Wiesen am Barsbeker See. 110 S. DM 8,- (6,40)
Heft 10, 1962 MANG, Fr., Zur Kenntnis der gegenwärtigen Vertreter
der Salix-Sektion INCUBACEA DUMORTIER und ihrer
häufigsten Bastarde in Schleswig-Holstein, Hamburg und
den angrenzenden Gebieten. 79 S. DM 7,50 (5,80)
Heft 11, 1963 SCHREITLING, K.-Th., Im Spülbaum der nordwest-
deutschen Flachküste. 105 S. DM 5,- (4,-)
(Heft 12, 1963) VOGEL, H., Moorstratigraphische und pollenanalytische
Untersuchungen am Himmelmoor bei Quickborn. 35 S.
DM 2,80 (2,-)
(Heft 13, 1965) HEYKENA, A., Vegetationstypen der Küstendünen an der
östlichen und südlichen Nordsee. 135 S. DM 13,- (10,40)
Heft 14, 1966 SCHLOTTMANN, C.P., Die Pflanzengesellschaften des
Gaarder Bauernwaldes (Kreis Südtondern). 129 S.
MENZEL, Fr., Die Verbreitung der Moose in Südtondern.
8 S. DM 10,- (7,50)
Heft 15, 1967 WEBER, H.E., Über die Vegetation der Knicks in
Schleswig-Holstein. 196 S. Text und 43 Tab. DM 21,-
(16,90)
Heft 16, 1968 SCHREITLING, K.-Th., Wir bestimmen Laubbäume im
Winter. 53 S. DM 5,- (4,-)
Heft 17, 1969 EGGRERS, Th., Über die Vegetation im Gotteskoog (Nord-
friesland) nach der Melioration. 103 S. DM 16,- (13,25)
Heft 18, 1970 PIONTKOWSKI, H.U., Untersuchungen zum Problem des
Atlantischen Klimakeils. 217 S. DM 14,- (10,30)
Heft 19, 1970 MÖLLER, H., Soziologisch-ökologische Untersuchungen
in Erlenwäldern Holsteins. 109 S. DM 14,- (10,20)

- Heft 20, 1972 URBSCHAT, J., Flora des Kreises Pinneberg. 281 S.
DM 16,- (13,45)
- Heft 21, 1972 FRAHM, J.-P., Die Vegetation auf Rethdächern. Eine
pflanzensoziologische Untersuchung von Kryptogamen-
gesellschaften auf Reth- und Strohdächern in Schleswig-
Holstein. 213 S. DM 10,- (7,35)
- Heft 22, 1973 WEBER, H.E., Die Gattung *Rubus* L. im nordwestlichen
Europa vom Nordwestdeutschen Tiefland bis Skandinavien
mit besonderer Berücksichtigung Schleswig-Holsteins.
DM 150,- bei Verlag J. Cramer, D 3301 Lehre, Post-
fach 48 (DM 22,50 nur für Mitglieder unserer AG)
- Heft 23, 1973 FRAHM, J.-P., und WALSEMANN, E., Nachträge
zur Moosflora von Schleswig-Holstein. 205 S. DM 14,-
(10,20)
- Heft 24, 1974 CLAUSEN, W., Zur Geschichte und Vegetation osthol-
steinischer Stockausschlagwälder. 125 S. DM 11,- (8,20)
- Heft 25, 1975 USINGER, H., Pollenanalytische und stratigraphische
Untersuchungen an zwei Spätglazial-Vorkommen in
Schleswig-Holstein. 183 S. DM 20,- (16,80)

Die in Klammern gesetzten Preise gelten für Mitglieder unserer AG, für
Studierende und für den Buchhandel. Sie sind gleichbedeutend mit den
reinen Herstellungskosten. Die ungekennzeichneten Preise stellen unverbind-
liche Richtpreise für den Buchhandel dar.

Außerdem sind durch die Arbeitsgemeinschaft erhältlich:

KONOPKA, K., PETERSEN's Flora von Lübeck und Umgebung, Fort-
führung. Lübeck 1966, 119 S., DM 15,-

Anschrift der Arbeitsgemeinschaft:
Arbeitsgemeinschaft Geobotanik in Schleswig-Holstein und Hamburg
(AG Floristik . . . von 1922), D 23 Kiel, Hospitalstraße 20.