Fachinformationsdienst Biodiversitätsforschung

UB Universitäts Bibliothek Frankfurt am Main

DFG Deutsche Forschungsgemeinschaft

FID Biodiversitätsforschung

Mitteilungen der Floristisch-Soziologischen Arbeitsgemeinschaft

Beitrag zur Kenntnis der Ökologie europäischer Spülsaumgesellschaften, I. Mitteilung - Sand- und Kiesstrände

Ernst, Wilfried H. O.

1969

Digitalisiert durch die *Universitätsbibliothek Johann Christian Senckenberg, Frankfurt am Main* im Rahmen des DFG-geförderten Projekts *FID Biodiversitätsforschung (BIOfid)*

Weitere Informationen
Nähere Informationen zu diesem Werk finden Sie im:
Suchportal der Universitätsbibliothek Johann Christian Senckenberg, Frankfurt am Main.

Bitte benutzen Sie beim Zitieren des vorliegenden Digitalisats den folgenden persistenten Identifikator:

urn:nbn:de:hebis:30:4-92452

Visual Library

Beitrag zur Kenntnis der Ökologie europäischer Spülsaumgesellschaften I. Mitteilung: Sand- und Kiesstrände

von

Wilfried Ernst

Botanisches Institut der Universität Münster – Abt. für Angewandte Botanik

Spülsäume an Meeresküsten, vorwiegend das Ergebnis winterlicher Hochwässer, setzen sich aus großen Mengen angetriebener Muschelschalen, Algen, Holzresten etc. zusammen. Trotz des allgemein angenommenen Reichtums an organischer Substanz ist eine offene Pflanzendecke für die Standorte typisch, wobei an den europäischen Küsten eine auffällige Übereinstimmung der hier siedelnden Arten festzustellen ist. Diese floristische Homogenität hat in der Zusammenfassung der europäischen Spülsaumgesellschaften zu einer selbständigen soziologischen Klasse, Cakiletea maritimae Tx. et Prsg. 1950 (Tüxen 1950) ihren Niederschlag gefunden.

Als besondere Eigenschaften der Spülsaumarten werden eine Nitrophilie (Walter 1960, Ellenberg 1963) und zusätzlich eine obligate Halophilie (Tüxen 1950, Fukarek 1961, Beeftink 1965, Knapp 1965) angesehen. Da sowohl eine Kochsalzanreicherung als auch ein hoher Stickstoffgehalt des Bodens jeweils als Einzelfaktoren bereits bedeutende Ansprüche an die physiologische Anpassungsfähigkeit der Pflanzen stellen, würde eine obligate Halo- und Nitrophilie einen physiologisch besonders extremen Pflanzentyp kennzeichnen. Doch hat bereits Stocker (1924), allerdings im Bereich der weniger halischen Ostsee, unter Berücksichtigung der Salzgehalte der Bodenlösungen auf die vergleichsweise geringe Salzkonzentration dieser Standorte hingewiesen.

In der vorliegenden Arbeit wird das Ziel verfolgt, die ökologischen Kenntnisse der Spülsaumgesellschaften zu erweitern und einen Einblick in die Physiologie einiger kennzeichnender Arten dieses Standortes zu geben. Vor allem soll überprüft werden, ob als charakteristische Eigenschaften der Spülsaumpflanzen tatsächlich eine Halo- und Nitrophilie oder nur eine Resistenz gegen hohe Chlorid- und Nitratkonzentrationen des Mediums anzusehen sind.

Material und Methoden

Die Untersuchungen wurden im Cakiletum frisicum (Hocquette 1927) Tx. 1950 der Nordseeküste (Insel Langeoog, Probenentnahme am 9. 6.), im Atriplicetum sabulosae Nordh. 1940 des Ärmelkanals (Courseulles/Frankreich, Probenentnahme am 20. 7.) und in der Salsola kali-Xanthium strumarium-Assoziation Oberd. et Tx. 1950 der griechischen Küste von

Universitätsbibliothek Johann Christian Senckenberg
Frankfurt am Main

Attika (Vari, Probenentnahme am 25. 4.) durchgeführt. In Tabelle 1 ist die Artenzusammensetzung der zuletzt erwähnten Gesellschaft von den bisher kaum untersuchten attischen Gestaden (LAVRENTIADES 1964) wiedergegeben.

Tab. 1. Salsola kali - Xanthium strumarium - Assoziation der attischen Küste

Nr. der Aufnahme	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Aufnahmefläche (m^2)	10	10	25	5	15	10	20	5	20	10
Vegetationsbedeckung (%)	20	10	50	20	40	20	45	40	50	30
Salsola kali	2	1	3	2	2	1	1	2	2	2
Xanthium strumarium	.	.	.	.	+	.	.	+	.	+
Polygonum maritimum	+	+	+	+	+	.	.	+	1	+
Cakile maritima	+	1	1	1	2	2	3	2	2	1
Agropyron junceum	.	.	.	.	+	.	.	+	+	+
Medicago marina	.	.	.	+	.	+	+	.	+	.

Aufnahme-Orte: Strand bei Anavissos (Nr. 1/2), Vari (3/4), Glifada (5), Lavrion (6), Lagonissis (7/8), Savonis (9), Vula (10).

Während die untersuchten Pflanzen der attischen und der Nordsee-Küste kurz vor der Blüte standen und ihre Werte damit untereinander vergleichbar sind, befanden sich die Arten des Atriplicetum sabulosae bereits kurz vor der Samenreife.

Die osmotischen Werte der pflanzlichen Preßsäfte wurden kryoskopisch (Halbmikro-Osmometer nach KNAUER), die Chloride jodometrisch (PRIKLADOWIZKY u. APOLLONOW 1928), die Sulfate (modifiziert nach DELOCH 1960), die Phosphate (CHEN et al. 1956) und die Nitrate unter Berücksichtigung der störenden Chloride nach BALKS u. REEKERS (1955) kolorimetrisch bestimmt. Die Chloridmengen des Bodens wurden im wässerigen Auszug, die Nitrate im Kalium-Aluminium-Auszug und der Gesamtstickstoff nach KJELDAHL analysiert.

Das Saatgut von *Cakile maritima* und *Salsola kali* stammte von der Insel Langeoog. Die Nährlösung der Wasserkultur hatte folgende Zusammensetzung (in mg/l): $MgSO_4 + 7\ H_2O$ 482,0; KH_2PO_4 272,18; $FeSO_4 + 7\ H_2O$ 20,0; $MnSO_4$ 3,0; H_3BO_3 3,0; $ZnSO_4 + 7\ H_2O$ 0,8; $(NH_4)_6Mo_7O_{24} + H_2O$ 0,6; KJ 0,3. Stickstoffgrundlösung N 1: KNO_3 404,4; $Ca(NO_3)_2$ 472,3; NH_4NO_3 160,1. Die einzelnen Stickstoff- und Kochsalzkonzentrationen sind dem Versuchsprogramm zu entnehmen.

Ergebnisse

a) Ökologische Befunde

Zur Erfassung der möglichen ökologischen Gradienten dieses Lebensraumes wurden Vegetationsprofile analysiert, die hier kurz beschrieben werden sollen. Die Vegetationszonierung bei Vari (Griechenland) beginnt hinter einem mit mächtigen Algenmassen und Muschelgrus durchsetzten kiesigen Strandwall mit zunächst einzeln stehenden, zwergwüchsigen Exemplaren von *Cakile maritima* und *Salsola kali*, denen sich erst in weiterer Entfernung vom Meer *Xanthium strumarium* und *Polygonum maritimum* zugesellen. Nach einer schmalen Übergangsphase zum Agropyretum mediterraneum folgt in Vari eine Sekundärdüne mit *Ammophila arenaria*, *Diotis maritima* und *Atriplex tatarica*. Dahinter fällt das Gelände zu einer Salzpfanne ab, an deren Außenrand ein Gürtel von sehr dicht aneinanderstehenden Pflanzen von *Salicornia herbacea* gedeiht. Die Breite des besiedelten Spülsaumes beträgt etwa 20 m.

Universitätsbibliothek Johann Christian Senckenberg
Frankfurt am Main

Ein ebenso großes Ausmaß wie in Vari nimmt der untersuchte Spülsaum an der Nordküste von Langeoog ein. Allerdings wird die angespülte organische Substanz über eine breite Zone des Strandes bis weit in den Bereich der Primärdünen hinein verteilt. Deshalb sind Spülsaumgesellschaft und Primärdünen mit *Agropyron junceum* und *Elymus arenarius* sowie *Honckenya peploides* mosaikartig verzahnt. Dahinter folgen dann die weiteren Dünenstadien.

Besonders gut ist die Spülsaumgesellschaft des Ärmelkanals bei Courseulles entwickelt. *Cakile maritima*, *Atriplex sabulosa* und *Atriplex hastata* bilden fast geschlossene Bestände, in denen vereinzelt *Beta maritima* und *Salsola kali* zu finden sind. Auf den floristisch scharf abgegrenzten Spülsaum folgen Primärdünen des Euphorbio-Agropyretum. Von den untersuchten Spülsaum-Gesellschaften ist im Atriplicetum sabulosae bei Courseulles die größte Stoffproduktion festgestellt worden.

Wegen der besonderen Bedeutung, die dem Kochsalzgehalt und dem Stickstoffhaushalt der Spülsäume beigemessen werden, wurde die Bodenanalyse auf diese Faktoren beschränkt. Den untersuchten Spülsäumen ist ein pH-Wert (H_2O) im alkalischen Bereich (8 bis 9) gemeinsam, der unter der Voraussetzung einer entsprechenden Kochsalzresistenz der abbauenden und nitrifizierenden Bakterien einen guten mikrobiellen Abbau der angespülten organischen Substanz und die Überführung des Stickstoffs in die Nitratform ermöglicht. Wegen der Einjährigkeit der Spülsaumpflanzen und der häufigen Umlagerung des Bodens durch Sturmfluten fehlt diesem Standort ein autochthones Stickstoffpotential. Deshalb ist der Stickstoffgehalt der Spülsäume jedes Jahr großen Schwankungen unterworfen. So konnten in den Spülsäumen von Vari und Langeoog nur 0,32% N bzw. 0,24% N festgestellt werden (Tab. 2). Im Atriplicetum sabulosae bei Courseulles fiel der Wert sogar auf 0,10% N ab; doch standen hier die Pflanzen kurz vor der Samenreife. Wegen der intensiven Stoffproduktion der Spülsaumarten — im Atriplicetum sabulosae 125 g Trockenmasse/m^2 — muß am Ende der Vegetationsperiode auch mit einem erheblich verminderten Stickstoffgehalt des Bodens gerechnet werden.

Tab. 2. Bodenanalysen aus dem Bereich der Spülsaumgesellschaften und des anschließenden Elymo-Agropyretum juncei (Langeoog) bzw. Agropyretum mediterraneum (Vari)

	pH-Wert	Wassergehalt in %	Gehalt des Bodens in mg/100 g			NaCl-Gehalt der Bodenlösung (%)
			Ges.-N	NO_3-N	NaCl	
Spülsaumgesellschaft						
Langeoog	8,0	6,98	245	1,4	16	0,23
Vari	9,0	3,97	322	1,0	52	1,31
Courseulles	8,6	3,51	104	2,9	36	1,03
Agropyretum						
Langeoog	8,0	3,15	175	1,0	10	0,32
Vari	9,0	1,32	250	0,4	21	1,59

Der Nitrat-Stickstoffgehalt ist in den Spülsäumen von Langeoog und Vari mit 1,4 bzw. 1,0 mg/100 g gering. Der entsprechende Wert von Courseulles ist nur bedingt vergleichbar, da am Ende der Vegetationsperiode eine erheblich verminderte Stickstoffaufnahme der Pflanzen erfolgt. Dagegen dürfte der

Universitätsbibliothek Johann Christian Senckenberg
Frankfurt am Main

mikrobielle Abbau der organischen Substanz noch unvermindert anhalten, so daß es zu einer Anreicherung von Nitraten im Boden kommen kann.

Der Chlorid-Gehalt der Spülsäume ist gering, wenn das Bodenvolumen zugrunde gelegt wird. Wegen der geringen Bodenfeuchte liegt jedoch der Salzgehalt der Bodenlösung beträchtlich höher. So steigt er in der Salsola kali-Xanthium strumarium-Assoziation von Vari bis auf 1,3% und im Atriplicetum sabulosae auf 1,0% NaCl an. Dabei werden osmotische Werte von 9,4 bzw. 7,2 atm erreicht, während beim Spülsaum von Langeoog der osmotische Anteil des NaCl in 10 bis 15 cm Tiefe nur bei 1,7 atm liegt. Diese Unterschiede im Bodenwassergehalt prägen sich bei *Cakile maritima* und *Salsola kali* deutlich in der Ausbildung des Wurzelsystems aus. Während diese Pflanzen an der Nordseeküste meist ein schwach entwickeltes Wurzelsystem besitzen, weisen sie im Spülsaum von Courseulles und Vari ein 50 bis 70 cm tief reichendes Wurzelwerk auf.

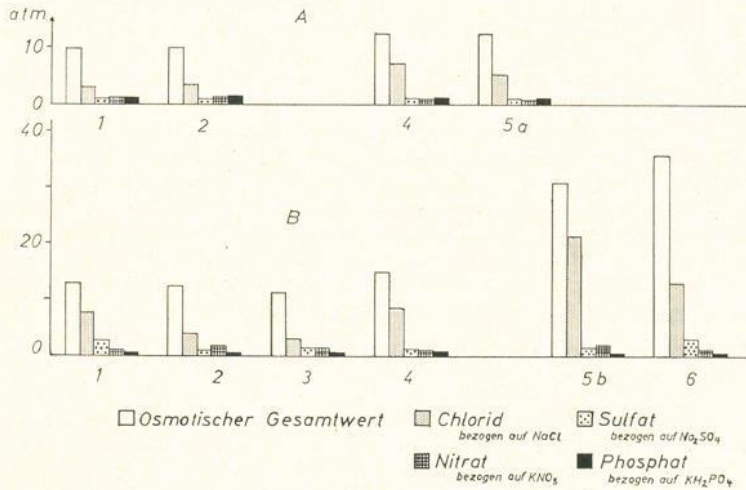


Abb. 1. Preßsaftanalysen von Blättern einiger Spülsaum-, Primär- und Sekundärdünenpflanzen. A = Langeoog; B = Vari. 1 = *Cakile maritima*, 2 = *Salsola kali*, 3 = *Polygonum maritimum*, 4 = *Agropyron junceum*, 5a = *Elymus arenarius*, 5b = *Diotis maritima*, 6 = *Atriplex tatarica*, 7 = *Salicornia herbacea* (als Vergleich toniger Salzböden)

Stocker (1924) stellte bereits für die Spülsaum-Arten der Ostsee fest, daß die osmotischen Werte dieser Pflanzengruppe niedrig sind. In den hier beschriebenen Untersuchungen konnte damit übereinstimmend nachgewiesen werden, daß die osmotischen Werte bei *Cakile maritima*, *Salsola kali* und *Polygonum maritimum* selbst im mediterranen Bereich 15 atm nicht überschreiten (Abb. 1). Sie liegen damit um die Hälfte niedriger als diejenigen der Sekundärdünen-Pflanzen. Lediglich *Atriplex hastata* und *Atriplex sabulosa* heben sich mit 19 atm von den osmotischen Werten der übrigen Spülsaum-Arten ab (Tab. 4).

Das Chlorid (als NaCl berechnet) stellt die Hauptkomponente am osmotischen Wert. Sein Anteil schwankt je nach Standort bei den einzelnen Spülsaum-Arten zwischen 30 und 70%. Die Preßsäfte von *Salsola kali* und *Poly-*

Universitätsbibliothek Johann Christian Senckenberg
Frankfurt am Main

gonum maritimum weisen mit Werten um 30% die niedrigsten, diejenigen von *Atriplex hastata* und *Atriplex sabulosa* mit 71,2% bzw. 64,9% die höchsten Natriumchloridanteile am osmotischen Wert auf.

Tab. 3. Zusammensetzung des Preßsaftes von Sproß und Blättern bei *Cakile maritima*im präfloralen Zustand (A = Langeoog, B = Vari)

	Osmot. Wert in atm. (1)	Nitrat als KNO_3 in atm.	% von (1)	Cl(NaCl) % von (1)	$SO_4(Na_2SO_4)$ % von (1)	$PO_4(KH_2PO_4)$ % von (1)
Blätter (A)	9,0	1,36	15,1	30,0	12,2	15,6
Sproß (A)	9,8	3,10	32,6	30,8	10,9	10,8
Blätter (B)	11,0	0,84	7,2	45,4	15,3	3,2
Sproß (B)	12,3	2,90	24,2	46,6	13,1	1,5

Sulfate, Phosphate und Nitrate werden in den Zellsäften der Spülsaum- und Dünenpflanzen in wesentlich geringeren Mengen gespeichert. Doch kann ihre Summe bei den Spülsaumarten noch den Anteil der Chloride am osmotischen Wert übertreffen, während sie bei den Arten der Dünen höchstens ein Drittel der mineralischen Komponente des osmotischen Wertes beträgt. In den Stengeln präfloraler Spülsaumpflanzen ist der Nitratgehalt im Vergleich zu den Blättern mindestens verdoppelt, wie Tabelle 3 am Beispiel von *Cakile maritima* ausweist. Die Vermehrung des Nitratgehaltes hat nur teilweise einen Rückgang im Phosphat- und Sulfatgehalt zur Folge. Damit deutet sich eine gewisse Nitratspeicherung im Sproß vor der Blütezeit an, die eine Parallele in einer entsprechenden Kaliumspeicherung von Pflanzen ähnlicher Standorte (ÖNAL 1964) hat. Bei fruchtenden Pflanzen waren hingegen keine Unterschiede im Nitratgehalt von Stengeln und Blättern festzustellen (Tab. 4.).

Tab. 4. Zusammensetzung des Preßsaftes von Sproß und Blättern von Pflanzen des Atriplicetum sabulosae im fruktifizierenden Zustand (S = Sproß, B = Blätter)

		Osmot. Wert in atm.	Cl(NaCl) atm.	$NO_3(KNO_3)$ atm.	$SO_4(Na_2SO_4)$ atm.	$PO_4(KH_2PO_4)$ atm.
Cakile maritima	(S)	12,4	8,1	1,0	1,0	0,3
	(B)	13,6	8,7	1,0	1,0	0,3
Salsola kali	(S)	12,9	4,2	0,6	0,4	0,2
	(B)	13,1	4,4	0,7	0,4	0,2
Beta maritima	(S)	14,0	8,7	1,3	0,3	0,6
	(B)	13,7	6,8	1,2	0,4	0,4
Atriplex hastata	(S)	18,6	12,4	1,4	0,3	1,0
	(B)	15,5	11,0	1,3	0,6	0,6
Atriplex sabulosa	(S)	18,8	12,2	0,8	0,9	1,0
	(B)	17,6	10,7	1,0	0,9	0,8

b) Untersuchungen an kultivierten Spülsaumarten

Die Ergebnisse der ökologischen Untersuchungen reichen nicht aus, um die Frage nach der Halo- und Nitrophilie bzw. Halo- und Nitroresistenz der Spülsaumarten zu entscheiden. Denn es ist irreführend, aus der Speicherung gewisser Elemente auf eine entsprechende „Philie" der Pflanzen zu schließen, wie es BHARUCHA u. DUBASH (1952) als Kriterium für die Nitrophilie vor-

Universitätsbibliothek Johann Christian Senckenberg
Frankfurt am Main

schlagen. Zur Klärung dieses Problems wurden *Cakile maritima* und *Salsola kali* in Wasserkultur bei drei verschiedenen Stickstoffkonzentrationen — N 1, N 2, N 3 — und fünf gestaffelten Natriumchloridgaben — 0,0; 0,2; 0,4; 0,6; 0,8% NaCl — gezogen. Da sich beide Arten ziemlich einheitlich verhielten, werden hier nur die Ergebnisse von *Cakile maritima* mitgeteilt. Wie aus den Werten der Tabelle 5 zu entnehmen ist, liegt das Maximum der Stoffproduktion von *Cakile maritima* bei Stickstoffgaben, die den Werten einer einfachen (N 2 = 2 × N 1) bzw. einer doppelt konzentrierten KNOPschen Nährlösung (N 3 = 4 × N 1) entsprechen, wenn die zugehörigen NaCl-Konzentrationen 0,4 bzw. 0,2% nicht überschreiten. Das beste Wachstum bei fast fehlender Sukkulenz war in den N 2- und N 3-Reihen ohne NaCl-Zusatz und mit leichter Sukkulenz in der N 2-Reihe bei 0,2 und 0,4% NaCl und in der N 3-Reihe bei 0,2% NaCl zu beobachten. Bei der höchsten Stickstoffgabe (N 3) tritt die Verminderung der Stoffproduktion schon bei 0,4% NaCl ein. Trotz einer Vervierfachung des N-Gehaltes nimmt die Stoffproduktion in der N 3-Reihe schon bei NaCl-Konzentrationen über 0,2% stetig ab. In der N 1-Reihe wird die Stoffproduktion erst durch eine NaCl-Konzentration über 0,6% gehemmt.

Tab. 5. Stoffproduktion (mg Trockengewicht / Kulturgefäß mit 4 Pflanzen) von *Cakile maritima* nach 30tägiger Kulturdauer bei unterschiedlichen Stickstoff- und Natriumchloridkonzentrationen (Sp = Sproß, W = Wurzel, T = Gesamtpflanzen; pH = 7,5 [$NaHCO_3$])

Versuchsreihe NaCl	N 1			N 2 = 2 × N 1			N 3 = 4 × N 1		
	Sp	W	T	Sp	W	T	Sp	W	T
0,0%	207	39	246	288	45	333	290	40	330
0,2%	202	42	244	279	47	326	282	41	313
0,4%	213	43	256	287	47	334	211	33	244
0,6%	210	36	246	228	47	275	180	28	208
0,8%	155	31	186	186	46	232	134	28	162

Eine Erklärung für diese Verminderung der Stoffproduktion geben die Preßsaftanalysen (Tab. 6). Bei gesteigerten Stickstoff- und Kochsalzgaben kommt es zu einer erhöhten Nitrat- und Chloridspeicherung in den Zellen, die zu einem Anstieg der osmotischen Werte führt. Dabei nimmt in der Regel der Gehalt an Nitraten im Preßsaft sowohl bei steigenden NaCl-Gaben und konstantem Stickstoffgehalt der Nährlösung als auch bei steigenden Stickstoffmengen und konstanten Kochsalzkonzentrationen zu.

Tab. 6. Osmotischer Wert (OW) des Preßsaftes und osmotische Partialdrucke von Chloriden (als NaCl) und Nitraten (als KNO_3) in Blättern und Sprossen von *Cakile maritima* bei gestaffelten Kochsalz- und Stickstoffgaben des Nährmediums (alle Angaben in atm.)

NaCl-Gabe	Pflanzenteil	N 1			N 2			N 3		
		OW	Cl	NO_3	OW	Cl	NO_3	OW	Cl	NO_3
0,2%	Blatt	9,5	2,8	1,9	10,1	2,9	2,1	10,3	2 8	1,9
	Sproß	12,4	3,5	2,7	13,1	3,5	2,8	13,3	3,5	3,0
0,4%	Blatt	14,6	4,3	2,1	14,5	4,3	1,9	14,4	3,7	3,3
	Sproß	16,6	5,3	2,7	16,5	4,4	2,6	16,4	4,1	3,9
0,6%	Blatt	14,8	4,9	2,1	14,7	4,0	3,1	19,5	5,4	3,8
	Sproß	16,7	5,3	2,7	16,6	4,3	3,6	.	.	.
0,8%	Blatt	16,6	5,1	2,8	16,5	4,4	3,4	20,6	6,0	3,9
	Sproß	17,4	.	3,1	17,5	4,7	3,8	.	.	.

Universitätsbibliothek Johann Christian Senckenberg
Frankfurt am Main

Eine Ausnahme bilden die Pflanzen bei 0,2% NaCl, da bei ihnen steigende Stickstoffgaben keine Zunahme des Nitratgehaltes bewirken, was als Anzeichen für optimale Lebensbedingungen (vgl. Stoffproduktion) gewertet werden kann.

Diskussion

Die starke Schädigung der Spülsaumpflanzen bei Kochsalzkonzentrationen von 0,6 und 0,8%, die in Kulturversuchen besonders bei *Cakile maritima* zum Absterben einiger Individuen führte, läßt eine Empfindlichkeit von *Cakile maritima* und *Salsoli kali* gegen erhöhte Chloridkonzentrationen deutlich werden. Zumindest für diese beiden Arten der Spülsäume kann daher die Annahme einer obligaten (Tüxen 1950) bzw. schwachen Halophilie (Fukarek 1961, Beeftink 1965) nicht aufrecht erhalten werden. Vielmehr sind diese Pflanzen als nur schwach kochsalzresistent zu charakterisieren.

Auch die niedrigen Chloridkonzentrationen der Standorte, die die Ergebnisse Stockers und Gessners von der Ost- bzw. Nordseeküste bestätigen (Stocker 1924), sprechen gegen eine Halophilie der Spülsaumarten, die zuerst wohl Kearney (1904) nach seinen Untersuchungen an der amerikanischen Ostküste in Zweifel gezogen hat. Ähnliche Zahlen teilt Géhu (1961) von einem *Cakile maritima*-Wuchsort des Ärmelkanals mit.

Anders verhält es sich mit der Nitrophilie, die sich eindeutig aus dem physiologischen Optimum bei Stickstoffgaben in Höhe einer einfachen oder doppelt konzentrierten Knopschen Nährlösung ergibt (Walter 1963). Allerdings sollte der Nitratgehalt der Preßsäfte, den Bharucha u. Dubash (1952) zur Berechnung des Nitrophiliegrades als Kalkül benutzen, als Faktor so lange außer Betracht bleiben, bis über die physiologischen Vorgänge dieser Nitratspeicherung Klarheit besteht. Die Anreicherung der Nitrate im Zellsaft kann zur Aufrechterhaltung eines osmotischen Potentials benötigt werden, wie es in den Kulturversuchen bei gesteigerten NaCl-Gaben wahrscheinlich ist. Sie kann aber ebenso ein Ausdruck eines Mangels an Nitratreduktase sein (Candela et al. 1957). Da die Aktivität dieses Enzyms an das Molybdän gebunden ist, wäre auf stickstoffreichen Standorten wegen der forcierten Stoffproduktion eine allmähliche Verarmung an diesem Mikronährstoff denkbar. Schließlich kann aber eine Nitratanreicherung im Zellsaft die Herausnahme überflüssiger und störender Stickstoffmengen aus dem Stoffwechselgeschehen bedeuten und als Kennzeichen einer Nitroresistenz (Lindner 1947) angesehen werden.

Die Bodenuntersuchungen haben gezeigt, daß der Stickstoffgehalt der Spülsäume keineswegs immer so hoch ist, wie allgemein angenommen wird. Infolge der Abhängigkeit der Stickstoffversorgung von der Menge der durch die Sturmfluten angespülten organischen Substanz schwankt der N-Gehalt der Spülsäume in weiten Grenzen, von 0,01% (Géhu 1961) bis 2% (Feekes 1936). In den hier beschriebenen Untersuchungen wurde aber auch bei mittleren N-Gehalten (0,1 bis 0,3% N) eine große Stoffproduktion dieser Spülsäume beobachtet, die auf eine hohe Abbau- und Nitrifikationsrate schließen läßt (Géhu 1961), so daß bei der Beurteilung des Stickstoffhaushaltes der Nitrifikationskapazität des Bodens (Bharucha u. Sheriar 1954) eine große Bedeutung zugemessen werden sollte.

Insgesamt sind also die Spülsäume an Sand- und Kiesstränden als kochsalzarme Standorte mit einem mittleren bis hohen Stickstoffgehalt zu charak-

Universitätsbibliothek Johann Christian Senckenberg
Frankfurt am Main

terisieren. Dem entsprechen auch die physiologischen Ansprüche der Spülsaumpflanzen. Zumindest *Cakile maritima* und *Salsola kali* können als schwach haloresistent und nitrophil gekennzeichnet werden. Damit wird aber auch deutlich, daß die Spülsäume in hohem Maße als selbständige ökologische und soziologische Einheiten (vgl. dazu BRAUN-BLANQUET bei OBERDORFER 1952) zu betrachten sind.

Zusammenfassung

Spülsaumgesellschaften der Nordsee (Cakiletum frisicum), des Ärmelkanals (Atriplicetum sabulosae) und des Mittelmeeres (Salsola kali - Xanthium strumarium-Ass.) wurden vergleichend ökologisch untersucht.

Die Böden der Spülsäume wiesen einen geringen Chlorid- und einen mittelmäßigen Gesamtstickstoffgehalt auf (bis 0,3% N).

Die Spülsaumarten sind durch relativ niedrige osmotische Werte (unter 15 atm) gekennzeichnet. Chloride (als NaCl) dominieren als Zellsaftbestandteile, während Nitrate bei Pflanzen im präfloralen Zustand in den Blattzellsäften bis zu 15%, im Sproßzellsaft bis zu 30% am osmotischen Wert beteiligt sind. Zur Zeit der Samenreife lag der Anteil der Nitrate am osmotischen Wert nur noch bei 8%.

In Wasserkulturversuchen wurden zwei Spülsaumpflanzen, *Cakile maritima* und *Salsola kali*, auf die ihnen zugeschriebene Nitro- und Halophilie hin geprüft. Beide Arten entwickelten sich bei geringen Kochsalzkonzentrationen und einem Nitratgehalt, der dem einer KNOPschen Nährlösung entsprach, optimal und sind deshalb den nitrophilen Arten zuzuordnen. Hingegen fehlt eine Halophilie. Lediglich eine schwache Haloresistenz konnte nachgewiesen werden.

Schriften

Die Nomenklatur der Gefäßpflanzen folgt

Fournier, P. - 1961 - Les quatre flores de la France — Paris.

Balks, R. u. Reekers, I. – 1955 – Bestimmung des Nitrat- und Ammoniumstickstoffs im Boden. — Landw. Forschung **8:** 7—13. Frankfurt/M.

Bharucha, F. R. a. Dubash, P. J. – 1952 – The problem of nitrophily. — Vegetatio **3:** 183—194. Den Haag.

Bharucha, F. R. a. Sheriar, K. C. – 1954 – Nitrophily in relation to nitrification. — Vegetatio **4:** 418—430. Den Haag.

Beeftink, W. G. – 1965 – De zoutvegetatie van ZW-Nederland beschouwd in Europees verband. — Meded. Landbouwhogeschool Wageningen **65** (1): 1—167. Wageningen.

Candela, M. C., Fisher, E. G. a. Hewitt, E. J. – 1957 – Molybdenum as a plant nutrient. X. Some factors affecting the activity of nitrate reductase in cauliflower plants grown with different nitrogen sources and molybdenum levels in sand culture. — Plant Physiol. **32:** 280—288. Lancaster, Pa.

Ellenberg, H. – 1963 – Vegetation Mitteleuropas mit den Alpen. — Stuttgart.

Feekes, W. – 1936 – De ontwikkeling van de natuurlijke vegetatie in de Wieringermeerpolder. — Ned. Kruidk. Arch. **46:** 1—296. Amsterdam.

Universitätsbibliothek Johann Christian Senckenberg
Frankfurt am Main

Fukarek, F. – 1961 – Die Vegetation des Darß und ihre Geschichte. — Pflanzensoziologie **12.** Jena.

Géhu, J. M. – 1961 – Activité microbiologique des sables de quelques groupements végétaux du littoral du Pas-de-Calais. — Ann. Inst. Pasteur **100:** 638—655. Paris.

Kearney, T. H. – 1904 – Are plants of sea beaches and dunes true halophytes. — Bot. Gaz. **37:** 424—430. Chicago, Ill.

Knapp, R. – 1965 – Die Vegetation von Kephallinia, Griechenland. — Koenigstein.

Lavrentiades, G. J. – 1964 – The ammophylous vegetation of the western Peloponnesos coasts. — Vegetatio **12:** 223—287. Den Haag.

Lindner, E. – 1947 – Zellphysiologisch-ökologische Untersuchungen an Nitrat-, Wiesen- und Kulturpflanzen. — Diss. Wien.

Oberdorfer, E. – 1952 – Beitrag zur Kenntnis der nordägäischen Küstenvegetation. — Vegetatio **3:** 329—349. Den Haag.

Önal, M. – 1964 – Zusammensetzung des Zellsaftes einiger Salzmarschen- und Dünenpflanzen in der Umgebung Neapels. — Arb. Landw. Hochschule Hohenheim **30** (Beitr. z. Phytol.): 89—100. Stuttgart.

Prikladowizky, S. u. Apollonow, A. – 1928 – Jodometrische Methode zur Bestimmung der Chloride. — Biochem. Z. **200:** 135.

Stocker, O. – 1924 – Beiträge zum Halophytenproblem. Ökologische Untersuchungen an Strand- und Dünenpflanzen des Darß (Vorpommern). — Z. Bot. **16:** 289—330. Jena.

Tüxen, R. – 1952 – Grundriß einer Systematik der nitrophilen Unkrautgesellschaften in der Eurosibirischen Region Europas. — Mitt. flor.-soz. Arbeitsgem. N. F. **2:** 94—175. Stolzenau/Weser.

Walter, H. – 1960 – Grundlagen der Pflanzenverbreitung. I. Standortslehre. — Stuttgart.

— — – 1963 – Über die Stickstoffansprüche (die Nitrophilie) der Ruderalpflanzen. — Mitt. flor.-soz. Arbeitsgem. N. F. **10:** 56—69. Stolzenau/Weser.

Anschrift des Verfassers: Dr. Wilfried Ernst, Botanisches Institut der Universität, 44 Münster, Hindenburgplatz 55.

Universitätsbibliothek Johann Christian Senckenberg
Frankfurt am Main

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Mitteilungen der Floristisch-soziologischen Arbeitsgemeinschaft (alte Serie)

Jahr/Year: 1969

Band/Volume: NF_14

Autor(en)/Author(s): Ernst Wilfried H. O.

Artikel/Article: Beitrag zur Kenntnis der Ökologie europäischer Spülsaumgesellschaften, I. Mitteilung - Sand- und Kiesstrände 86-94