

Zonierung der Staphylinidae in einem Salzgrünland der schleswig-holsteinischen Nordseeküste ¹

Von Ulrich Irmeler und Kai Heller

Summary

Zonation of the staphylinid fauna in a salt marsh of the North Sea coast in Schleswig-Holstein (northern Germany)

The zonation of the rove beetle fauna (Coleoptera: Staphylinidae) was studied in a salt marsh of the Wadden Sea near Friedrichskoog, Schleswig-Holstein (northern Germany), by means of pitfall traps in the years 1997 and 1998. Pit fall traps were installed with 5 replicates in an elevational gradient at 20 cm, 40 cm, 60 cm, 80 cm, 100 cm, and 130 cm above MHT (mean high tide: 157 cm + NN, NN: 500 cm above 0 at Amsterdam gauge). The rove beetle fauna exhibits two assemblages, which exactly correspond with the vegetational communities. The elevation above MHT was the major environmental parameter, which highly correlated with the flood frequency. The other environmental parameters, e.g. electric conductivity, sand content, content of organic matter, mean yearly water content, and pH of soil, had no significant influence on the occurrence of species. The lower salt marsh (*Puccinellietum*) is significantly preferred by only four species, while in the upper salt marsh (*Juncetum gerardii*) 17 species occurred with significant higher abundance. The mean occurrence referring elevation and flood frequency was calculated for 34 species. Even the species preferring the lower salt marsh seem to have their highest abundance not at the lowest level at 20 cm above MHT, but at 40 cm or 60 cm above MHT. *Brundinia marina*, the most common species in the lower salt marsh, shows a shifting abundance within the elevational gradient, while *Bledius tricornis* constantly occurs at the preferred elevation of 60 cm above MHT.

Einleitung

Über die Staphylinidenfauna des Salzgrünlandes des Wattenmeergebietes liegen bereits Untersuchungen durch HEYDEMANN (1962a) vor. Hierbei wurde insbesondere auf die Beziehungen zum Salzgehalt und zur Überflutung (HEYDEMANN 1967) und die anthropogenen Einflüsse durch Deichbau und die nachfolgende Aussüßung eingegangen (HEYDEMANN 1962b). Es fehlen bislang noch detaillierte Untersuchungen zur Zonierung der Staphyliniden im Salz- bzw. Überflutungsgradienten.

Im Rahmen eines integrativen Forschungsprojektes zur Untersuchung der möglichen Einflüsse globaler Klimaänderungen auf die Fauna des Salzgrünlandes der Nord- und Ostseeküste (IRMLER et al. 2002) wurde an einem Standort (Friedrichskoog) im Bereich des

¹ Die Untersuchungen wurden dankenswerterweise finanziell durch das Bundesministerium für Bildung und Forschung (bmb+f) unterstützt.

schleswig-holsteinischen Wattenmeeres auch die Staphylinidenfauna bearbeitet. Durch die genau Einmessung der Probenahmepunkte war es möglich, neben der Höhenzonierung auch die Beziehung zur Überflutungshäufigkeit zu untersuchen. Folgende Fragen sollen beantwortet werden: 1) Welche Staphylinidae Gemeinschaften lassen sich unterscheiden und bei welchen Höhenstufen bzw. Überflutungshäufigkeiten liegen die Grenzen? 2) Auf welche Höhenstufen bzw. Überflutungshäufigkeiten sind die einzelnen Arten einigemischt und welche saisonalen Schwankungen lassen sich beobachten?

Standort und Methode

Die Untersuchungen wurden auf einem durch Schafe beweideten Salzgrünland in der Nähe von Friedrichskoog (8°52'14" Ost und 54°02'34" Nord) durchgeführt. Die Vegetation wies folgende Zonierung auf: zwischen 0 und 60 cm über MThw (mittleres Tidehochwasser) war ein *Puccinellietum martimae*, zwischen 80 und 130 cm über MThw eine *Festuca rubra* Vegetationsgesellschaft vorhanden. Darüber war eine für Süßgrünland mit geringem Salzeinfluß typische *Molinio-Arrhenateretea* Vegetation ausgebildet. Die Staphyliniden wurden mit Bodenfallen erfaßt, die einen Durchmesser von 5,6 cm hatten und mit 4 % Formalin sowie dem Detergenzmittel Agepon gefüllt waren. Im Höhengradienten wurden an folgenden Höhenstufen über NN, die genau einnivelliert wurden, jeweils 5 parallele Bodenfallen installiert: 20 cm, 40 cm, 60 cm, 80 cm, 100 cm und 130 cm. Die Bodenfallen waren vom 29. April bis 28. Oktober 1997 und vom 31. März bis zum 10. November 1998 aufgestellt. Die Wechsel erfolgten alle 14 Tage.

Die Überflutungshäufigkeit wurde nach den Aufzeichnungen des Pegels Friedrichskoog für die verschiedenen Höhenstufen berechnet. Die Überflutungsdauer ließ sich leider damit nicht bestimmen. Die Bodenparameter wurden folgendermaßen gemessen: Boden pH-Wert: elektrometrisch durch ein WTW pH-Meter 761 nach Aufschlemmen einer 20 g Bodenprobe; Wassergehalt des Bodens: als Volumenprozent durch Differenz zwischen Trockengewicht und Feuchtgewicht nach Trocknen bei 105°C über 24 Stunden; organische Substanz im Boden: durch Veraschen bei 450 °C; Sandgehalt: als Gesamt-Sandgehalt (>0,063 µm) nach Entfernung der organischen Substanz durch Verkochen mit H₂O₂ und anschließendem Sieben mit einem Sieb der Maschenweite 0,063 µm, Salzgehalt: durch Bestimmung der elektrischen Leitfähigkeit (WTW-Conductometer LF 191). Der Wassergehalt des Bodens wurde bei jeder Probenahme gemessen und aus den 14 bzw. 17 Proben eines Jahres der Mittelwert gebildet. Elektrische Leitfähigkeit und Boden pH wurden dreimal im Jahr, Sandgehalt und Gehalt der organischen Substanz nur einmal gemessen. Für die Bestimmung der mittleren Überflutungen an den einzelnen Höhenstufen wurden die Pegelmessungen bei Friedrichskoog für die zwei Untersuchungsjahre herangezogen, die dankenswerterweise vom Amt für Ländliche Räume (ALR), Husum, zur Verfügung gestellt wurden. Aus den Pegelständen wurde die Anzahl der Tage, an denen der Wasserstand die Höhenstufe überstieg, als Überflutung bestimmt.

Während die Bodenverhältnisse im Höhengradienten verhältnismäßig gleichartig ausgeprägt waren, lagen deutliche Gradienten im Salzgehalt und in der Überflutungshäufigkeit vor (Tabelle 1).

Tabelle 1: Gemessene Standortfaktoren an den 6 Probenahmestellen im Höhengradienten des Salzgrünlandes bei Friedrichskoog (die Werte in den Klammern geben die Standardabweichung an).

Höhe (cm)	Elektrische Leitfähigkeit (µS)	Wassergehalt (%)	Organische Substanz (%)	Überflutung/ Jahr	Sandgehalt (%)	pH
20	1310 (911)	21 (5)	2.3	200 (25)	34.6	8.8 (0.2)
40	832 (336)	23 (1)	2.6	92 (3)	32.8	8.9 (0.3)
60	1140 (104)	25 (2)	2.9	52 (1)	35.6	8.7 (0.1)
80	995 (593)	21 (12)	3.3	27 (4)	34.3	8.9 (0.3)
100	902 (639)	26 (4)	5.0	16 (2)	30.8	8.8 (0.1)
130	864 (660)	20 (3)	3.9	8 (4)	40.0	8.7 (0.3)

Die statistischen Untersuchungen wurden mit dem Programm STATISTIKA (STATSOFT 1996) durchgeführt. Zur Differenzierung der Gemeinschaften der Staphyliniden wurde die Dominanzidentität nach RENKONEN (1938) gebildet und mit einer Average Cluster Analyse untersucht. Dazu wurde im Programm Statistika die Fusionsregel ‚Unweighted Pair-Group Average‘ und das Distanzmaß ‚Prozent Übereinstimmung‘ gewählt. Für die Bestimmung des Zonierungsindex (H_i) wurde folgende Formel verwandt (IRMLER et al. 2002):

$$H_i = \sum_{i=20}^{150} ni \cdot mi / N \quad s.a. = \sqrt{\sum_{i=20}^{150} ni \cdot (mi - Hi)^2 / N}$$

Hierbei ist: n_i : die Menge der Tiere einer Art an der Höhenstufe i , m_i die Höhenstufe i , N die gesamte Menge der Tiere einer Art an allen Höhenstufen, $s.a.$ die Standardabweichung. Entsprechend wurde die Einnischung in den Überflutungsgradienten berechnet, wobei H durch die entsprechende Anzahl der Fluten ersetzt wurde (Tabelle 1).

Für die statistische Absicherung der Mittelwerte zwischen den Staphylinidengemeinschaften wurde der Mann-Whitney U-Test angewandt. Für die Darstellung der Mengen im Untersuchungszeitraum wurde der gleitende Mittelwert gebildet.

Außerdem wurde die Kanonische-Korrespondenz-Analyse (JONGMAN et al. 1987) mit dem Programm „Canoco for Windows“ (TER BRAAK & SMILAUER 1998) durchgeführt. Mit dem Programm wurde außerdem der Einfluß der Umweltvariablen statistisch mit dem Monte-Carlo-Permutations-Test bestimmt. Der Eigenwert gibt hierbei die Stärke zu einer kanonischen Achse an.

Ergebnisse

Die Gemeinschaften der Staphyliniden

Insgesamt wurden 9233 Staphyliniden mit 111 Arten nachgewiesen. Nur 34 Arten waren aber mit mindesten 10 Individuen vertreten. Von den übrigen 76 Arten müssen die meisten als Zufallsfunde angesehen werden. Unter diesen seltenen Arten waren aber auch typische Arten salziger Standorte wie *Carpelimus schneideri*, *Halobrecta puncticeps*, *Diglossa submarina*, und *Micralymma marina*, die aber wie die beiden letzten Arten aus Habitaten

außerhalb des untersuchten Gradienten stammen dürften. Nach der Cluster Analyse werden in beiden Jahren zwei Höhenbereiche getrennt (Abb. 1). Ein Cluster der Höhenstufen 20 bis 60 cm über MThw läßt sich als Gemeinschaft des unteren Salzgrünlandes, das andere der Höhenstufen 80 bis 130 cm über MThw als Gemeinschaft des oberen Salzgrünlandes ansprechen. Im Bereich der Gemeinschaft des unteren Salzgrünlandes wurden insgesamt 72 Arten, im Bereich des oberen Salzgrünlandes 97 Arten festgestellt. In der oberen Salzwiese sind zudem signifikant mehr Arten/Fälle und mehr Individuen/Fälle vertreten als im unteren Salzgrünland (Tabelle 2).

In der Gemeinschaft des unteren Salzgrünlandes waren vier, in der Gemeinschaft des oberen Salzgrünlandes 17 Arten signifikant häufiger. Bis auf *Atheta orbata* bevorzugen die Arten des unteren Salzgrünland *Bledius tricornis*, *Bledius spectabilis* und *Brundinia marina* außerdem Salzhabitats. Unter den Arten des oberen Salzgrünlandes lassen sich keine typischen Arten von Salzhabitats finden. Sie müssen alle als typische Arten des Grünlandes gelten. Sie können sogar als ökologisch relativ unspezifische Arten des Grünlandes angesehen werden, da für keine Art eine deutliche Bevorzugung eines besonderen Habitats, z.B. feuchte Standorte, bekannt ist. Demgegenüber lassen sich unter den Arten, die in keiner der beiden Gemeinschaften signifikant häufiger sind, einige Arten des feuchten Grünlandes erkennen, z.B. *Atheta elongatula* und *Lathrobium volgens*. Bis auf *Tachinus signatus* haben aber auch diese Arten im oberen Salzgrünland höhere Individuenmengen als im unteren Salzgrünland.

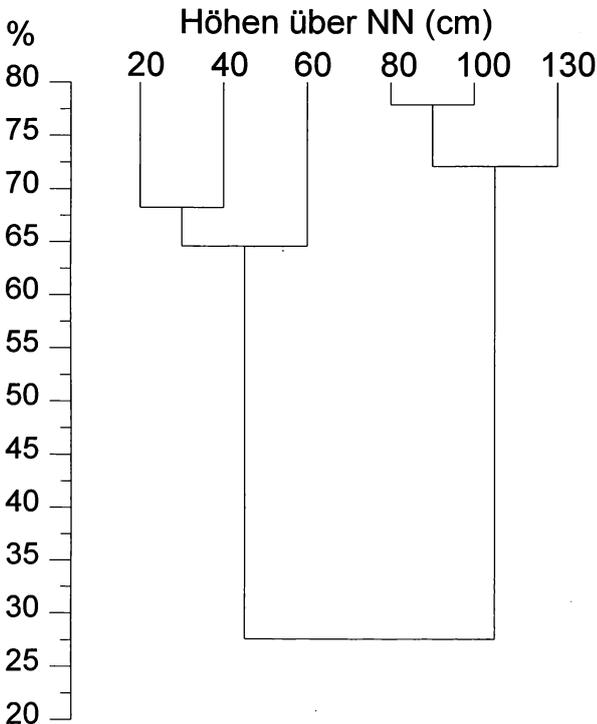


Abb. 1: Average Cluster Analyse mit den Dominanzidentitäten der Kurzflügelkäfer

Tabelle 2: Dominanz und Einnischung in den Höhengradienten der häufigsten Staphyliniden Arten (> 10 Individuen) in den beiden Gemeinschaften sowie die Ergebnisse des Mann-Whitney U-Testes. Signifikant höhere Mittelwerte ($p < 0,05$) in einer Zone sind fett hervorgehoben (Höhe i: Höhenindex; Fluten i: Überflutungsindex; Gesamt N: Gesamtzahl der erfaßten Individuen je Art; Mitt.: Mittelwert; S.a.: Standardabweichung).

	20-60 cm		80-130 cm		U	p	Höhe i		Fluten i		Gesamt N
	Mitt	S.a.	Mitt	S.a.			Mitt	S.a.	Mitt	S.a.	
Artenzahl je Falle	17,3	3,9	28,3	8,5							
Individuen je Falle	22,3	11,9	109,6	46,1							
<i>Bledius tricornis</i>	11,58	5,31	5,44	3,70	37	0,002	62	29	70	55	1036
<i>Brundinia marina</i>	0,80	0,79	0,18	0,27	46	0,004	49	26	95	57	60
<i>Atheta orbata</i>	0,20	0,23	0,05	0,14	68	0,027	56	33	83	55	15
<i>Bledius spectabilis</i>	0,20	0,36			75	0,017	25	9	173	47	12
<i>Oxypoda brachyptera</i>	1,77	2,95	56,77	19,23	0	0,000	106	23	17	10	3565
<i>Oxypoda exoleta</i>	1,00	1,64	30,10	26,12	45	0,003	113	23	15	17	1894
<i>Carpelimus foveolatus</i>	0,66	0,86	8,11	8,02	17	0,000	90	17	24	16	534
<i>Amischa analis</i>	1,48	0,76	7,82	4,73	13	0,000	99	33	30	43	566
<i>Philonthus carbonarius</i>	0,92	0,78	4,71	2,10	10	0,000	99	30	28	40	343
<i>Platystethus nitens</i>			2,78	2,70	15	0,000	121	15	11	4	169
<i>Anotylus tetracarinus</i>	0,10	0,16	0,90	0,79	18	0,000	108	28	30	27	61
<i>Bledius opacus</i>	0,03	0,09	0,69	1,29	41	0,001	86	18	26	13	44
<i>Lathrobium fulvipenne</i>	0,18	0,22	0,67	0,69	64	0,034	100	38	36	53	52
<i>Aleochara bilineata</i>	0,02	0,06	0,56	1,02	65	0,010	76	44	10	8	10
<i>Tachyporus dispar</i>	0,10	0,16	0,33	0,33	60	0,018	94	39	43	61	26
<i>Xantholinus longiventris</i>	0,03	0,09	0,31	0,43	49	0,002	104	31	25	41	21
<i>Atheta atramentaria</i>	0,07	0,11	0,28	0,28	63	0,022	104	34	29	44	21
<i>Tachyporus nitidulus</i>	0,02	0,06	0,21	0,38	67	0,014	113	29	18	22	14
<i>Aleochara bipustulata</i>			0,18	0,33	83	0,035	130	0	8	0	11
<i>Platystethus alutaceus</i>			0,16	0,39	83	0,035	99	13	17	5	10
<i>Tachinus signatus</i>	0,11	0,16	0,03	0,09	82	0,095	52	34	103	73	10
<i>Anotylus rugosus</i>	0,07	0,15	0,10	0,16	99	0,453	74	36	63	70	10
<i>Aleochara lanuginosa</i>	0,07	0,15	0,07	0,15	113	1,000	76	44	66	63	10
<i>Atheta fungi</i>	0,36	0,40	0,44	0,47	101	0,605	79	44	69	75	49
<i>Lathrobium volgense</i>	0,05	0,10	0,08	0,15	104	0,612	84	43	56	64	10
<i>Atheta elongatula</i>	0,05	0,10	0,15	0,16	74	0,055	85	40	54	69	12
<i>Tachyporus pusillus</i>	1,38	1,04	2,20	2,18	99	0,560	87	42	51	59	218
<i>Tachyporus pulchellus</i>	0,28	0,83	0,21	0,76	105	0,609	87	42	37	28	30
<i>Gabrius pennatus</i>	0,10	0,18	0,18	0,29	97	0,427	91	41	47	61	17
<i>Aloconota gregaria</i>	0,51	0,41	1,15	1,08	76	0,125	91	41	49	65	101
<i>Philonthus cognatus</i>	0,21	0,21	0,43	0,47	85	0,226	91	38	43	54	39
<i>Tachyporus hypnorum</i>	0,16	0,29	0,25	0,34	97	0,452	92	39	37	35	25
<i>Dinaraea angustula</i>	0,15	0,26	0,36	0,68	84	0,192	93	46	58	79	31
<i>Tinotus morion</i>	0,03	0,09	0,10	0,16	89	0,185	98	41	45	65	10

Die Kanonische Korrespondenzanalyse wurde mit vier Umweltvariablen durchgeführt: Höhe, Anzahl der Überflutungen, Elektrische Leitfähigkeit und Sandgehalt. Der Gehalt an organischer Substanz und der pH-Wert wurden wegen der zu geringen Unterschiede im Gradienten nicht berücksichtigt. Von diesen Umweltvariablen war nach dem Monte-Carlo-Permutations-Test nur die Höhe mit der Verteilung der Arten signifikant korreliert (Tabelle 3). Insgesamt erklären aber die ausgewählten Umweltvariablen 87 % der Verteilung Arten, wovon die Höhe mit 50 % den größten Anteil trägt. Die Überflutungsfrequenz erklärt zwar ähnlich gut die Verteilung, ist aber so stark mit der Höhe korreliert, daß eine zusätzliche Erklärung kaum geliefert wird. Dies gilt ebenso für die Elektrische Leitfähigkeit. Auch der Sandgehalt trägt statistisch nicht signifikant zur Erklärung der Verteilung bei, obwohl durch den Sandgehalt mehr an zusätzlicher Erklärung hinzugefügt wird, als durch die Anzahl der Überflutungen und die Elektrische Leitfähigkeit.

Tabelle 3: Ergebnisse der Kanonischen-Korrespondenz-Analyse (Eigenwert) und des Monte-Carlo-Permutations-Tests mit den F- und P-Werten.

Umweltvariable	Eigenwert	F	P
Summe aller Eigenwerte	0,60		
Summe der Eigenwerte der Umweltvariablen	0,52		
Höhe	*0,30	*4,02	0,01
Überflutungsfrequenz	0,05	0,67	0,62
Elektrische Leitfähigkeit	0,05	0,77	0,46
Sandgehalt	0,12	1,93	0,15

Zonierung der Kurzflügelkäfer

Auch aus dem Zonierungsindex läßt sich erkennen, daß nur wenige Arten ihre hauptsächlichliche Verbreitung im unteren Bereich des Salzgrünlandes finden (Tabelle 2). Nur vier Arten besitzen einen mittleren Zonierungsindex unter 60 cm MThw. Dagegen liegt bei 20 Arten (57 %) von den 35 untersuchten Arten der Zonierungsindex über 90 cm über MThw, so daß mehr als die Hälfte der Arten eher die Bedingungen des unteren Salzgrünlandes meidet als toleriert.

Die mittlere Individuenmenge der typischen Arten des unteren Salzgrünlandes befindet sich danach bei einer Überflutungshäufigkeit zwischen 70 und 170 Überflutungen im Jahr (Tabelle 2). Die Arten des oberen Salzgrünlandes leben in einem Bereich zwischen 8 und 30 Überflutungen im Jahr, während die Arten, die keiner der beiden Zonen zugeordnet werden konnten, eine deutlich höhere Anzahl von Überflutungen tolerieren, die zwischen 40 und 100 pro Jahr liegt.

Von allen untersuchten Arten hatten nur *Bledius spectabilis* und *Brundinia marina* einen mehr oder weniger signifikant linearen Anstieg der Individuenmenge zu tieferen Höhenstufen (Abb. 2). *Bledius spectabilis* wurde zwar nur mit relativ wenigen Tieren nachgewiesen, kam aber nur an den Höhenstufen 20 cm und 40 cm über MThw vor, wobei die Menge bei 20 cm 0,44 Ind./100 Fallentage, bei 40 cm 0,15 Ind./100 Fallentage betrug. Selbst bei *Brundinia marina* lag die höchste Menge bei 40 cm über MThw. Ähnliches trifft auch auf *Bledius tricornis* zu. Ihre höchste Menge erreicht die Art bei 60 cm über MThw. Zu

den unteren Höhenstufen nimmt die Individuenmenge wieder deutlich ab. Bei den meisten Arten, z.B. bei *Amischa analis*, und auch bei der Zahl aller Arten ist ein linearer Anstieg von den unteren zu den oberen Höhenstufen zu verzeichnen.

Betrachtet man die Höheneinstufung im Verlauf der beiden Untersuchungsjahre, so bleibt von den Arten des unteren Salzgrünlandes nur *Bledius tricornis* relativ konstant in einer Höhenlage (Abb. 3). Möglicherweise gilt das auch für *Bledius spectabilis*, für den allerdings die erfaßte Menge nicht für eine derartige Untersuchung ausreichte. Bei *Brundinia marina* scheint eine Höhenverschiebung der Population vorzukommen. Die Art scheint zwei jährliche Aktivitätsphasen zu haben, die wahrscheinlich mit dem Auftreten von zwei Generationen zusammenhängen. Die erste Generation hat demnach ihr Maximum Anfang Juni, die zweite Ende August. Gegen Ende des Jahres 1997 verschiebt sich die Einnischung der Art in den Höhengradienten von ca. 40 cm bis 60 cm im Sommer auf ca. 80 cm bis 100 cm im Herbst. Von dieser Höhe wandert die Art 1998 wieder in untere Höhenstufen ein. Es könnte ein Zusammenhang mit der Anzahl der Überflutungen an der Höhenstufe 60 cm vorhanden sein, die 1997 15 Fluten und 1998 nur 10 Fluten aufwies. Allerdings wurde die 60 cm Höhenstufe 1997 zur Zeit der maximalen Individuenmengen im Juli und August 1997 nur 2 mal, 1998 aber 4 mal überflutet. Für die Höhenstufe 40 cm gelten ähnliche Verhältnisse, so daß eine eindeutiger Zusammenhang zwischen Höhenverschiebung der Population und der Anzahl der Überflutungen nicht hergestellt werden kann.

Da die meisten Arten das untere Salzgrünland meiden, läßt sich auch kaum eine Höhenverschiebung in untere Höhenstufen belegen. Nur *Amischa analis* gelingt es anscheinend kurzfristig auch untere Salzgrünlandbereiche zu besiedeln. Allerdings schwankt die Höheneinnischung während der Jahre stark. So liegt der Zonierungsindex zu Beginn der Jahre 1997 und 1998 und am Ende des Jahres 1998 bei ca. 60 cm. Dies hängt möglicherweise bei dieser, partiell parthenogenetischen Art, mit der kurzfristigen Besiedlung neuer, suboptimaler Bereiche zusammen.

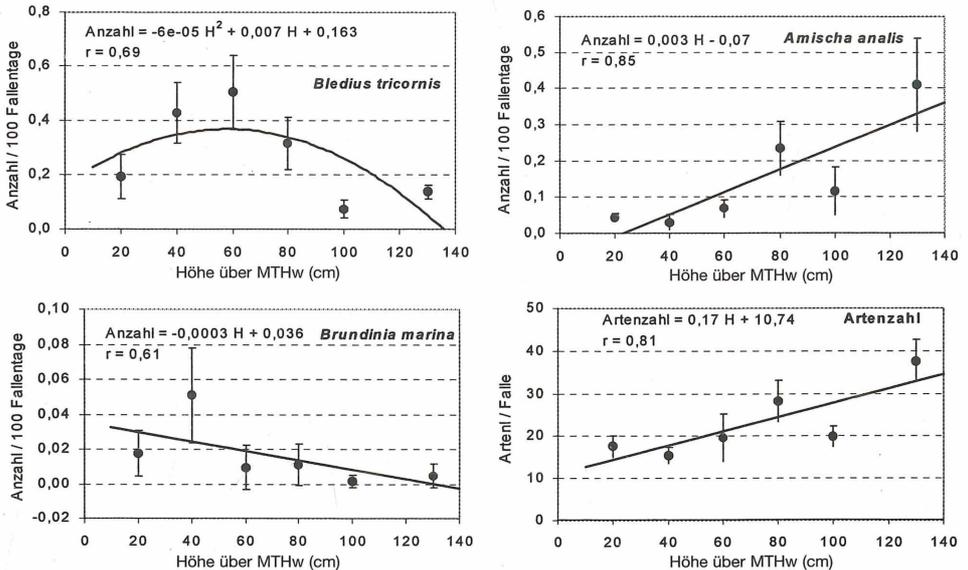


Abb. 2: Mengenverteilung einiger Kurzflügelkäfer Arten und der Zahl aller Arten (H: Höhe über MTHw).

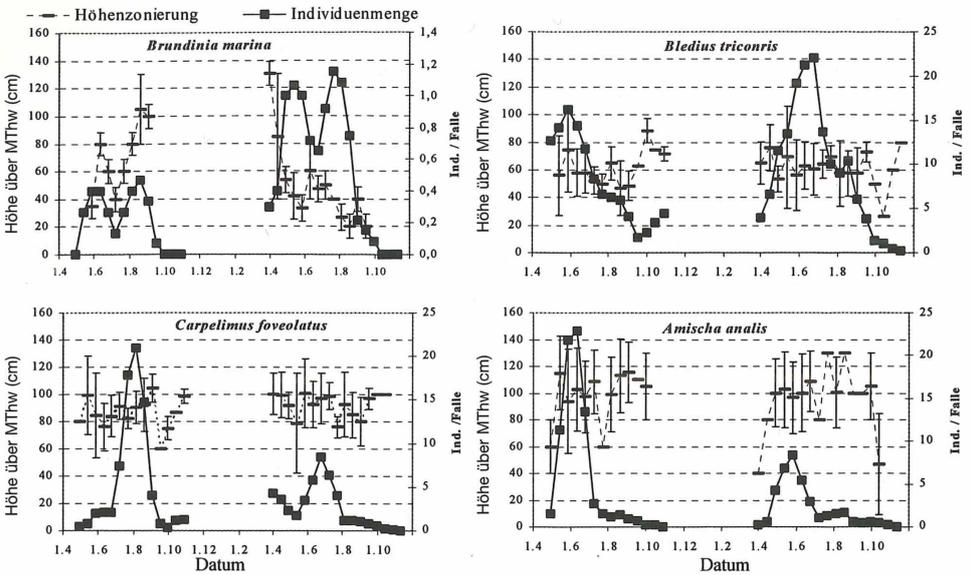


Abb. 3: Mengenverteilung während der beiden Untersuchungsjahre 1997 und 1998 für je zwei Arten des unteren Salzgrünlandes (*Brundinia marina* und *Bledius tricornis*) und des oberen Salzgrünlandes (*Carpelimus foveolatus* und *Amischa analis*).

Diskussion

In den durch Tiden beeinflussten Salzgrünländern des Wattenmeeres wird die Zonierung der Organismen durch die Anzahl der Überflutungen und durch den Salzgehalt bzw. die Durchlüftung des Bodens bestimmt (DIJKEMA et al. 1990). Das mittlere Tidehochwasser (MThw) stellt eine bedeutsame Grenze dar und separiert das marine Eulitoral vom mehr terrestrischen Supralitoral. Unterhalb der MThw Linie besteht eine weitgehend regelmäßige Überflutung mit 2 Fluten pro Tag, darüber entwickelt sich das Salzgrünland mit unregelmäßigen Überflutungen.

In den meisten Salzgrünländern des Wattenmeeres werden im Supralitoral zwei Zonen aufgrund der Vegetation unterschieden (BEEFTINK 1977). Die untere Zone ist meist als Salzschwaden-Gesellschaft (*Puccinellietum maritimae*), die obere als Salzbinsen-Gesellschaft (*Juncetum geradii*) ausgebildet. Nach DIERBEN (1983) ist in Schleswig-Holstein das *Puccinellietum maritimae* durch ca. 250 Überflutungen und 20 ‰ Salzgehalt, das *Juncetum geradii* durch 70 bis 40 Überflutungen und 15 ‰ Salzgehalt gekennzeichnet. Die Grenzen zwischen den einzelnen Zonen schwanken aber entlang der Nordseeküste. Nach DIJKEMA et al. (1990) liegt die Grenze zwischen den beiden Zonen bei ca. 50 cm über MThw. SCHERFOSE (1989) fand in der Leybucht die Grenze bei ca. 40 cm über MThw. Beide Autoren geben für die Grenze ca. 100 Fluten pro Jahr an. In dem untersuchten Salzgrünland bei Friedrichskoog lag die Grenze zwischen dem *Puccinellietum maritimae* und der dort ausgeprägten *Festuca rubra littoralis* Gesellschaft bei ca. 60 cm über MThw und etwa 50 Fluten pro Jahr.

Betrachtet man die typischen Arten beider Zonen, so liegt der optimale Bereich deutlich bei weniger Überflutungen als sie im Durchschnitt für die Zonen angegeben werden. Von

den typischen Arten des unteren Salzgrünlandes lag nur *Bledius spectabilis* in einem Bereich über 100 Fluten pro Jahr. Auch die typischen Arten des oberen Salzgrünlandes hatten ihre mittleren Individuenmengen bei Überflutungen, die erheblich unter dem für die Zonen angegebenen Wert lagen. Im Durchschnitt lag der Überflutungsindex dieser Arten bei 22 Überflutungen pro Jahr.

Das Arteninventar der Staphylinidae scheint relativ einheitlich für die verschiedenen Salzwiesen zu sein. Auch HEYDEMANN (1962a) gibt von den hier erfaßten Arten für das untere Salzgrünland *Bledius tricornis* und *Brundinia marina* an. Andere als halobiont bezeichnete Arten, wie *Halobrecta puncticeps*, *Halobrecta flavipes* und *Atheta vestita*, scheinen im unteren Salzgrünland selten zu sein (HEYDEMANN 1962b, IRMLER & HEYDEMANN 1986). Für das obere Salzgrünland listet HEYDEMANN (1962b) *Tachyporus pusillus*, *Amischa analis* und *Aloconota gregaria* als typisch auf. Von diesen drei Arten kann nach der vorliegenden Untersuchung aber nur *Amischa analis* als typisch für das obere Salzgrünland bezeichnet werden, da die Individuenmengen der beiden anderen Arten sich statistisch nicht zwischen den beiden Zonen unterscheiden.

Für Tiere liegen nur wenige Arbeiten über die Zonierung im Salzgrünland vor. Bei Laufkäfern (Carabidae) fanden IRMLER et al. (2002) im Salzgrünland bei Friedrichskoog die Grenze ebenfalls bei 60 cm über MThw, bei Spinnen (Araneida) allerdings bei 80 cm über MThw. IRMLER & HEYDEMANN (1986) unterschieden in der Leybucht ebenso zwei Tiergemeinschaften des Salzgrünlandes, deren Grenze bei ca. 40 cm über MThw und ca. 120 Überflutungen pro Jahr lag. Die Grenze war jedoch erheblich von der Intensität der Beweidung durch Rinder abhängig. Im langfristig unbeweideten Salzgrünland verschob sich die Grenze in Richtung Eulitoral um 20 bis 30 cm (IRMLER & HEYDEMANN 1986, ANDRESEN et al. 1990). Bei Untersuchungen der hemiedaphischen Milben und Collembolen gab WEIGMANN (1973) ebenfalls die schärfste Grenze zwischen dem *Puccinellietum* und der *Festuca rubra* Gesellschaft an, die an seinen Untersuchungsstandorten etwa bei 25 bis 50 cm über MThw und 190 bis 250 Überflutungen pro Jahr lag.

Bei einer Art, *Brundinia marina*, kann es auch zu aperiodischen Verschiebungen im Höhengradienten kommen. Wie weit bei dieser Art die Überflutungshäufigkeit des Lebensraumes eine Höhenverschiebung bewirkt, konnte nicht nachgewiesen werden. Für die Spinnenart *Erigone longipalpis* wurde bereits ein Zusammenhang zwischen Überflutungshäufigkeit und Verschiebung der Population im Höhengradienten gefunden (IRMLER & HEYDEMANN 1985).

Vergleicht man die Zonengrenzen bei den einzelnen Organismengruppen, so ergibt sich eine überraschend hohe Übereinstimmung. Trotz geringer Variation, die sich auch auf lokale Unterschiede und die Intensität der Weidenutzung zurückführen läßt, lag die Grenze zwischen dem unteren und oberen Salzgrünland bei 40 cm bis 80 cm über MThw. Es kann daher davon ausgegangen werden, daß in diesem Bereich entscheidende Veränderungen der Umweltbedingungen stattfinden, die für die meisten Arten eine Lebensraumgrenze bilden.

Allerdings reagieren die verschiedenen Tiergruppen sehr unterschiedlich auf diese Grenze. Bei allen Organismen scheint ein linearer Abfall der Artenzahlen zu bestehen. Sowohl bei Pflanzen (SCHWABE & KRATOCHWIL 1984) als auch bei Laufkäfern, Spinnen (IRMLER et al. 2002), Milben und Collembolen (WEIGMANN 1973, EMDE 1997) nimmt die Artenzahl vom oberen Salzgrünland zum Eulitoral linear ab. Anders verhält es sich dagegen mit der Individuenmenge. Sowohl bei der hemiedaphischen Bodenfauna als auch bei den Laufkäfer ist ein deutlicher Anstieg zu verzeichnen. Dagegen ist bei den Spinnen ebenso wie bei den Staphylinidae ein signifikanter Abfall der Individuenmenge von oben nach unten im Gradienten zu erkennen. Dieser Abfall kann jedoch sowohl methodische Gründe haben als auch mit der Intensität der Beweidung zusammenhängen, da IRMLER &

HEYDEMANN (1986) in der Leybucht bei Spinnen im unbeweideten unteren Salzgrünland eine erheblich höhere Spinnendichte als im unbeweideten oberen Salzgrünland fanden. Im intensiv beweideten Salzgrünland war dagegen kein Anstieg in der Populationsdichte von oben nach unten im Höhengradienten festzustellen. Außerdem war dieser Dichtegradient mit der Bodenfallenmethode nicht nachweisbar. In wie weit sich die abnehmende Menge der Spinnen und Staphylinidae im Salzgrünland bei Friedrichskoog als methodischer Artefakt, da die Bodenfallenmethode die Aktivitätsdichte, aber nicht die Populationsdichte mißt, oder die intensive Beweidung zurückführen läßt, kann hier nicht entschieden werden.

Zusammenfassung

Die Zonierung der Kurzflügelkäfer (Coleoptera: Staphylinidae) wurde in einem Salzgrünland des schleswig-holsteinischen Wattenmeeres nahe Friedrichskoog in den Jahren 1997 und 1998 mit Bodenfallen untersucht. Es waren jeweils 5 parallele Bodenfallen in einem Höhengradienten bei 20 cm, 40 cm, 60 cm, 80 cm, 100 cm und 130 cm über MThw (mittleres Tidehochwasser: 157 cm + NN, NN: 500 cm über dem Pegel 0 bei Amsterdam). Die Staphyliniden-Fauna läßt zwei Gemeinschaften erkennen, die relativ genau mit den Vegetationszonen übereinstimmen. Die Höhe über MThw war der wichtigste Umweltfaktor für die Verteilung der Käfer im Salzgrünland und war stark mit der Überflutungshäufigkeit korreliert. Die übrigen Umweltparameter, elektrische Leitfähigkeit, Sandgehalt des Bodens, Gehalt an organischer Substanz, mittlere jährliche Bodenfeuchte und Boden pH, hatten keinen signifikanten Einfluß auf die Verteilung der Arten. Das untere Salzgrünland (*Puccinellietum maritima*) wird nur von 4 Arten signifikant präferiert, während im oberen Salzgrünland (*Juncetum gerardii*) 17 Arten signifikant häufiger vorkamen. Für 34 Arten wurde ein Index der mittleren Individuenmenge bezogen auf die Höhenverteilung und die Verteilung zur Überflutungshäufigkeit berechnet. Sogar die Arten, die das untere Salzgrünland präferieren, hatten ihre höchsten Individuenmengen nicht bei 20 cm über MThw, sondern bei 40 cm oder 60 cm über MThw. *Brundinia marina*, die häufigste Art des unteren Salzgrünlandes, läßt eine Höhenverschiebung im Untersuchungszeitraum erkennen, während *Bledius tricornis* sich mehr oder weniger konstant bei 60 cm über MThw, aufhält.

Literatur

- ANDRESEN, H., BAKKER, J.P., BRONGERS, M., HEYDEMANN, B. & IRMLER, U. (1990): Long-term changes of salt marsh communities by cattle grazing. *Vegetatio* 89, 137-148.
- BEEFTINK, W.G. (1977): The coastal salt marshes of western and northern Europe: an ecological and phytosociological approach. In: CHAPMAN, V.J. (ed.) *Wet coastal ecosystems*. Amsterdam, Elsevier, 109-155.
- DIERSSEN, K. (1983): Rote Liste der Pflanzengesellschaften Schleswig-Holsteins. Schriftenreihe des Landesamtes für Naturschutz und Landschaftspflege Schleswig-Holstein 6, 1-159.
- DIJKEMA, K.S., BOSSINADE, J.H. & DE GLOPPER, R.J. (1990): Salt marshes in the Netherlands wadden sea: Rising high-tide levels and accretion enhancement. In: BEUKEMA, J.J. (ed.) *Expected effects of climatic change on marine coastal ecosystems*. Dordrecht, Kluwer Academic Publishers, 173-188.
- EMDE, M. (1997): Die ökologische Verteilung der Bodenmesofauna (Collembola, Oribatei,

- Gamasina) in der unteren Andelzone (*Puccinellietum maritimae*) der Nordseeküste sowie im Brackwasser-Vorland des Elbeästuars. Faunistisch-Ökologische Mitteilungen Supplement 23, 11-32.
- HEYDEMANN, B. (1962a): Die biozönotische Entwicklung vom Vorland zum Koog. Vergleichend-ökologische Untersuchungen an der Nordseeküste. II. Teil: Käfer (Coleoptera). Akademie der Wissenschaften und der Literatur. Abhandlungen der Mathematisch-Naturwissenschaftlichen Klasse 11, 173-370.
- HEYDEMANN, B. (1962b): Der Einfluß des Deichbaues an der Nordsee auf Larven und Imagines von Carabiden und Staphyliniden. Bericht 9. Wanderversammlung deutscher Entomologen 45, 237-273.
- HEYDEMANN, B. (1967): Die biologische Grenze Land - Meer im Bereich der Salzwiese. Wiesbaden, Franz Steiner Verlag, 200 S.
- IRMLER, U. & HEYDEMANN, B. (1985): Populationsdynamik und Produktion von *Erigone longipalpis* (Araneae, Micryphantidae) auf einer Salzwiese Nordwestdeutschlands. Faunistisch-Ökologische Mitteilungen 5, 443-454.
- IRMLER, U. & HEYDEMANN, B. (1986): Die ökologische Problematik der Beweidung von Salzwiesen an der niedersächsischen Küste - am Beispiel der Leybucht. Naturschutz und Landschaftspflege in Niedersachsen 11, 1-115.
- IRMLER, U., HELLER, K., MEYER, H. & REINCKE, H.-D. (2002): Zonation of ground beetles (Coleoptera: Carabidae) and spiders (Araneida) in salt marshes at the North and the Baltic Sea and the impact of the predicted sea level increase. Biodiversity and Conservation 11, 1129-1147.
- JONGMAN, R.H.G., TER BRAAK, C.J.F. & VAN TONGEREN, O.F.R. (1987) Data analysis in community and landscape ecology. Wageningen, Pudoc.
- RENKONEN, O. (1938): Statistisch-ökologische Untersuchungen über die terrestrische Käferwelt der finnischen Bruchmoore. Annales Zoologici Societatis Zoologicae Botanicae Fennicae 6, 1-231.
- SCHERFOSE, V. (1989): Salzmarsch-Pflanzengesellschaften der Leybucht - Einflüssen der Rinderbeweidung und Überflutungshäufigkeit. Drosera 89, 105-112.
- SCHWABE, A. & KRATOCHWIL, A. (1984): Vegetationskundliche und blütenökologische Untersuchungen in Salzrasen der Nordseeinsel Borkum. Tuexenia 4, 125-151.
- STATSOFT (1996): STATISTICA für Windows [Computer- Programm-Handbuch]. Tulsa, OK
- TER BRAAK, C.J.F. & SMILAUER, P. (1998): Canoco for Windows. Version 4.0. Wageningen, Centre for Biometry.
- WEIGMANN, G. (1973): Zur Ökologie der Collembolen und Oribatiden im Grenzbereich Land-Meer (Collembola, Insecta, Oribatei, Acari). Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie Leipzig 186, 295-391.

Anschrift der Autoren

Prof. Dr. Ulrich Irmeler
Ökologie-Zentrum, Christian-Albrechts Universität
Schauenburgerstr. 112
24118 Kiel

Kai Heller
Arthur-Zabel-Weg 25
24226 Heikendorf

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Faunistisch-Ökologische Mitteilungen](#)

Jahr/Year: 2000-2007

Band/Volume: [8](#)

Autor(en)/Author(s): Irmeler Ulrich, Heller Kai

Artikel/Article: [Zonierung der Staphylinidae in einem Salzgrünland der schleswig-holsteinischen Nordseeküste1 219-229](#)